สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

AUTHENTICATION WITH FINGERPRINT SYSTEM

นายสรพศ มารคทรัพย์

นายสัมฤทธิ์ สุดธนาพันธ์

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 61469
วัน,เดือน,ปี 18 ก.ค. 2549

.b.....
.l.....

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

AUTHENTICATION WITH FINGERPRINT SYSTEM

โดย

นายสรพศ มารคทรัพย์

นายสัมฤทธิ์ สุดธนาพันธ์

อาจารย์ที่ปรึกษา

ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์

อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น

อ.วัจนพงศ์ เกษมศิริ

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2547

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ปริญญานิพนธ์ปีการศึกษา 2547

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง ระบบยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

AUTHENTICATION WITH FINGERPRINT SYSTEM

ผู้จัดทำ

1. นาย สรพศ มารดทรัพย์ รหัสประจำตัว 44010509
2. นาย สัมฤทธิ์ สุดธนาพันธ์ รหัสประจำตัว 44010521

อรฉัตร จิตต์

อาจารย์ที่ปรึกษา

(ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น)

อาจารย์ที่ปรึกษา

(อ.วัจนพงศ์ เกษมศิริ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ

นาย สรพศ มารคทรัพย์ 44010509
นาย สัมฤทธิ์ สุดธนาพันธ์ 44010521
ผศ.ดร.อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น อาจารย์ที่ปรึกษา
อ.วัจนพงศ์ เกษมศิริ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2547

บทคัดย่อ

เนื่องจากปัจจุบันนี้ กระแสของระบบรักษาความปลอดภัยที่ใช้ไบโอเมตริก (Biometric) เป็นเครื่องยืนยันตัวบุคคลกำลังได้รับความนิยมเป็นอย่างสูง สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยได้หลากหลาย

โดยปริญญานิพนธ์ฉบับนี้กล่าวถึงระบบยืนยันตัวบุคคลด้วยลายนิ้วมือ ซึ่งเป็นระบบที่สามารถรู้จำลายนิ้วมือของบุคคลต่างๆ โดยใช้วิธีการต่างๆ ทางด้าน Image Processing ในการประมวลผลลักษณะลายนิ้วมือ เช่น การใช้ฟิลเตอร์ต่างๆ , การใช้ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform) ,การนอมอลไลซ์ (Normalization) , ซึ่งสิ่งที่นำมาใช้ในการรู้จำก็คือ ลักษณะของลายเส้นนิ้วมือของแต่ละบุคคล โดยแต่ละบุคคลจะมีลักษณะของลายนิ้วมือที่ไม่เหมือนกัน แต่อาจจะมีบางคนที่มีลักษณะของลายนิ้วมือคล้ายคลึงกันมาก มาใช้ในการหาฟิงเกอร์โค้ด (Finger Code) ซึ่งเป็นค่าตัวแทนของลายนิ้วมือ เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อมูลในฐานข้อมูลต่อไป

โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อนำไปประยุกต์ใช้ ในการยืนยันตัวบุคคลสำหรับระบบรักษาความปลอดภัยต่างๆ เช่น นำไปใช้แทนระบบที่มีการใช้บัตรเป็นตัวแทนในการยืนยันตัวบุคคล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Authentication with Fingerprint System

Soraphot Markathub	44010509
Samrit Sudthanaphun	44010521
Asst. Prof. Orachat Chitsobhuk	Advisor
Charoen Vongchumyen	Advisor
Watjanapong Kasemsiri	Advisor

Academic Year 2004

ABSTRACT

Nowadays, trend of security system that uses biometric to authenticate user is going to be popular. It can apply to use in many security systems

This document is about authentication system using fingerprint. The system can recognize users' fingerprint by image processing such as Filtering, Fast Fourier Transform and Normalization. Fingerprint's character is used to compute fingercode and compared with these in the database.

The objective of this system is to use fingerprint instead of card for authentication.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้คงไม่อาจเสร็จได้ด้วยดี หากไม่ได้รับความช่วยเหลือ และร่วมมือจากหลายๆ ฝ่าย ด้วยกัน บุคคลกลุ่มแรกที่ต้องกล่าวถึง เพราะเป็นส่วนสำคัญที่ทำให้วิทยานิพนธ์นี้เสร็จลงได้ ก็คือ ผศ.ดร. อรฉัตร จิตต์โสภักตร์ อาจารย์ เจริญ วงษ์ชุ่มเย็น และอาจารย์ วัจนพงศ์ เกษมศิริ ซึ่งเป็นที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ที่ให้ความเอาใจใส่ แนะนำ และช่วยเหลือ เสมอมา ซึ่งต้องขอขอบพระคุณเป็นอย่างมาก

และต้องขอขอบพระคุณบุคคลสำคัญที่สุด ที่ทำให้ข้าพเจ้ามีวันนี้ ก็คือ บิดา มารดา อันเป็นที่เคารพรักยิ่ง ซึ่งได้เลี้ยงดูผู้เขียนมาเป็นอย่างดี พร้อมทั้งให้โอกาสในการศึกษาอย่างเต็มที่ และยังให้กำลังใจ เอาใจใส่เสมอมา ในทุกๆ ด้าน อันหาที่เปรียบมิได้ ข้าพเจ้าขอระลึกในพระคุณ อันสุดประมาณ และขอกราบขอบพระคุณมา ณ ที่นี้

สรพศ มารคทรัพย์
สัมฤทธิ์ สุคธนาพันธ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้าที่
บทคัดย่อภาษาไทย	I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ	II
กิตติกรรมประกาศ	III
สารบัญ	IV
สารบัญตาราง	VII
สารบัญรูปภาพ	VIII
บทที่ 1 บทนำ	1
1.1 ความเป็นมาของโครงงาน	1
1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน	1
1.3 ของเขตของโครงงาน	2
1.4 วิธีการดำเนินงาน	2
1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ	3
1.6 เนื้อหาของโครงงาน	3
บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการ	4
2.1 ความรู้เบื้องต้นของลายนิ้วมือ	4
2.1.1 จุดลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือ	4
2.1.2 คำจำกัดความที่สำคัญบนลายนิ้วมือ	5
2.1.3 แบบของลายนิ้วมือ	6
2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ	10
2.2.1 พิกเซล	10
2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล	11
2.2.3 ระดับสีเทา	12
2.3 กระบวนการในการหาจุดอ้างอิงและคุณลักษณะของลายนิ้วมือ	13
2.4 ตัวปฏิบัติการเกรเดียนต์	14
2.4.1 หน้ากากขนาด 2×2	14
2.4.2 หน้ากากขนาด 3×3	15
2.5 โลพาส ฟิลเตอร์	16
2.6 การทำนอมอลไลซ์	16
2.7 การแยกลักษณะเด่นของภาพด้วยตัวกรองเกเบอร์	17
2.8 ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม	17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
บทที่ 3 การสร้าง และการออกแบบ	19
3.1 ภาพรวมของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ	19
3.2 ข้อมูลจำเพาะของ U.are.U 4000	20
3.3 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ใช้	20
3.4 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ดูแลระบบ	21
3.5 การออกแบบฐานข้อมูล	23
3.6 การสร้างโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ	23
3.6.1 การหาจุดอ้างอิง	24
3.6.2 การกรองสัญญาณรบกวนในรูปลายนิ้วมือออก	26
3.6.2.1 การแบ่งรูปออกเป็นเซ็คเตอร์	26
3.6.2.2 การนอมอลไลซ์แต่ละเซ็คเตอร์	27
3.6.2.3 การกรอง	27
3.6.2.4 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลายนิ้วมือ	28
3.6.3 การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ หรือค่าฟิงเกอร์โค้ด	28
3.6.4 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ	29
3.7 การสร้างฐานข้อมูล	33
3.7.1 ฐานข้อมูลไฟล์ Text	33
3.7.2 ฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลส่วนบุคคล ที่เป็นฐานข้อมูลแอ็คเซส	33
บทที่ 4 ผลการทดลอง และการทดสอบ	35
4.1 การเปรียบเทียบอัลกอริทึมที่จะนำมาใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ	35
4.2 การหาค่าเทรชโฮลของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ	37
4.3 การหาค่าความคล้ายคลึงที่เหมาะสมกับอัลกอริทึม	40
4.4 การหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ	42
4.5 การหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ	43
4.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ในกรณีที่ลายนิ้วมือมีการเอียง	43
4.7 การแบ่งรูปออกเป็นเซ็คเตอร์	44
4.8 การทำนอมอลไลซ์	45
4.9 การกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์	45
4.10 การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์	46
4.11 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ	46
4.12 การลงทะเบียนลายนิ้วมือของผู้ใช้	47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ (ต่อ)

	หน้าที่
4.13 การยืนยันตัวบุคคล	48
4.14 การแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล	50
4.15 การเรียกดูฐานข้อมูล	51
4.16 การลบข้อมูลส่วนบุคคล	52
บทที่ 5 ผลสรุป และวิจารณ์ผลงานของโครงงาน	54
5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม	54
5.2 สรุปผลของการเลือกใช้อัลกอริทึม	54
5.3 สรุปผลที่ได้จากการหาค่าเทรชโฮลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด	54
5.4 สรุปผลของค่าความคล้ายคลึงที่จะนำมาใช้	55
ภาคผนวก ก การลงโปรแกรมของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ	57
ภาคผนวก ข ค่าของการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์	73
ภาคผนวก ค ภาพลายนิ้วมือที่มีข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูล	82
ภาคผนวก ง รูปลายนิ้วมือที่ใช้ในการทดลอง	94
บรรณานุกรม	97

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้าที่
4-1	แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดของอัลกอริทึม ก.	35
4-2	แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดของอัลกอริทึม ข.	36
4-3	แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ของการใช้ค่าเทรชโฮลที่แตกต่างกัน สำหรับอัลกอริทึม ก.	38
4-4	แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ของการใช้ค่าเทรชโฮลที่แตกต่างกัน สำหรับอัลกอริทึม ข.	39
4-5	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความคล้ายคลึงต่างๆ กันในการพิจารณากรณีต่างๆ	40
4-6	แสดงค่าความคล้ายคลึงเป็นเปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบความถูกต้อง และความผิดพลาดของการยืนยันบุคคล	41
4-7	แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงลายนิ้วมือ	43
4-8	แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือในกรณีที่ลายนิ้วมือมีการเอียง	43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

ภาพที่		หน้าที่
2-1	ลักษณะสำคัญต่างๆ ของลายนิ้วมือ	4
2-2	ความแตกต่างสำคัญๆ บนลายนิ้วมือ	5
2-3	Pattern Area	6
2-4	ลายนิ้วมือแบบโค้งราบ	6
2-5	ลายนิ้วมือแบบโค้งกระโจม	7
2-6	ลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดขวา	7
2-7	ลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดซ้าย	7
2-8	ลายนิ้วมือแบบมัดหวายแฝด	8
2-9	ลายนิ้วมือแบบก้นหอยธรรมดา	8
2-10	ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋ากลางปัดขวา	8
2-11	ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋ากลางปัดซ้าย	9
2-12	ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋าข้างปัดขวา	9
2-13	ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋าข้างปัดซ้าย	9
2-14	ลายนิ้วมือกลุ่มซับซ้อน	9
2-15	พิกเซลแสดงลักษณะของจุดภาพและตำแหน่งของพิกเซล	10
2-16	ดัชนีแสดงพิกเซลในเมตริกซ์ภาพ	10
2-17	(ก) ลักษณะที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิว	11
	(ข) ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิว	11
2-18	ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิวภาพขาวดำ (Binary Image)	12
2-19	ค่าของพิกเซลของพื้นผิวภาพระดับสีเทา (Gray-scale Image)	13
2-20	แสดงลักษณะจุดวกกลับของเส้นลายนิ้วมือ	13
2-21	แสดงขอบเขตขนาด 3×3 ของรูป	14
2-22	Robert Cross-gradient Operator	14
2-23	Prewitt Operator	15
2-24	Sobel Operator	15
2-25	หน้ากากการกรองความราบเรียบขนาด 3×3	16
2-26	แสดงการทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม	18
3-1	แสดงภาพรวมของระบบ	19
3-2	Flowchart การใช้งานของผู้ใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ	21
3-3	Flowchart การใช้งานของผู้ดูแลระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ	22

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
3-4	แสดงการทำงานของโปรแกรมการตรวจสอบลายนิ้วมือ	24
3-5	ลักษณะตัวอย่างของผลที่เกิดจากการทำงานตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมตรวจสอบและเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ สำหรับอัลกอริทึม ก.	31
3-6	ลักษณะตัวอย่างของผลที่เกิดจากการทำงานตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมตรวจสอบและเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ สำหรับอัลกอริทึม ข.	32
4-1	แผนภูมิความสัมพันธ์แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดแยกเป็นกรณี ของอัลกอริทึม ก.	36
4-2	แผนภูมิความสัมพันธ์แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดแยกเป็นกรณี ของอัลกอริทึม ข.	37
4-3	แสดงแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการยืนยันบุคคลสำหรับอัลกอลิทึม ก.	38
4-4	แสดงแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการยืนยันบุคคลโดยใช้ค่าเฉลี่ย กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมด้วย สำหรับอัลกอริทึม ข.	39
4-5	แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคล้ายคลึง เป็นแผนภูมิเปรียบเทียบแต่ละกรณีของการพิจารณา	41
4-6	แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการยืนยันบุคคลเมื่อใช่ค่าความคล้ายคลึงต่างๆ	41
4-7	รูปลายนิ้วมือที่ได้รับมาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ	42
4-8	แสดงจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือที่หาได้	42
4-9	แสดงจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือที่หาได้ แต่หาจุดอ้างอิงผิดพลาด	42
4-10	แสดงการแบ่งรูปเป็น 80 เซ็คเตอร์	44
4-11	ผลลัพธ์หลังจากการแบ่งเป็น 80 เซ็คเตอร์	44
4-12	แสดงผลลัพธ์หลังจากการนอมอลไลซ์รูปลายนิ้วมือ	45
4-13	แสดงตัวกรองเกเบอร์ทั้ง 8 ทิศทางที่ใช้	45
4-14	รูปหลังจากการทำกระบวนการกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์	46
4-15	แสดงภาพลายนิ้วมือที่สแกนมาแล้วทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานผิดพลาด	47
4-16	แสดงภาพลายนิ้วมือที่สแกนมาแล้วทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานได้ถูกต้อง	47
4-17	แสดงการลงทะเบียนลายนิ้วมือของผู้ใช้	48
4-18	แสดงผลของการค้นหาแล้วพบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้	48
4-19	แสดงผลของการค้นหาแล้วพบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้	49
4-20	แสดงผลของการค้นหาแล้วไม่พบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้	49
4-21	แสดงขั้นตอนของการเลือกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้	50
4-22	แสดงรูปของการตรวจสอบลายนิ้วมือ หลังจากการแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลแล้ว	51

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้าที่
4-23	แสดงขั้นตอนการเลือกดูฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ	52
4-24	แสดงฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ	52
4-25	แสดงขั้นตอนของการลบข้อมูลส่วนบุคคล ในฐานข้อมูลของระบบ	53
4-26	แสดงผลของการลบข้อมูลส่วนบุคคล ในฐานข้อมูล	53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ในปัจจุบันนี้ระบบรักษาความปลอดภัยได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้กับงานหลากหลายรูปแบบ ซึ่งเราสามารถที่จะพบเห็นได้ทั่วไป เช่น การรักษาความปลอดภัยโดยใช้บัตรยืนยันตัวบุคคล ไม่ว่าจะเป็นการ์ดหน่วยความจำที่ปกป้องการอ่านด้วยรหัส PIN (PIN protected memory card), การ์ดที่ปกป้องด้วยการเข้าและถอดรหัสลับแบบสอบถามและตอบกลับ (Cryptographic challenge/response cards) หรือเครื่องคำนวณเชิงเข้าและถอดรหัสลับ (Cryptographic calculator) เป็นต้น หรือไม่ว่าจะใช้ชีวมาตร หรือไบโอเมทริค (Biometrics) ในการจดจำใบหน้า หรือการใช้ลายนิ้วมือ เป็นต้น โดยที่โครงงานนี้จะทำระบบตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้มาใช้งานห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ซึ่งสามารถนำมาประยุกต์ใช้กับระบบรักษาความปลอดภัยได้ เนื่องมาจากปัญหาในการเข้าใช้งานห้องคอมพิวเตอร์กลางของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์โดยนักศึกษานอกภาควิชา ที่ได้ขอยืมบัตรนักศึกษาของเพื่อนมารูดเปิดประตู ทำให้ในบางครั้งเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่เพียงพอต่อการใช้งานของนักศึกษาภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ดังนั้นทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์จึงพยายามที่จะหาวิธีตรวจสอบการเข้าใช้งานโดยอาศัยวิธีการอื่น โดยโครงงานนี้จะใช้คุณลักษณะประจำตัวของนักศึกษา คือ ใช้ลายนิ้วมือของนักศึกษามาช่วยในการตรวจสอบ

1.1 ความเป็นมาของโครงงาน

การใช้คุณลักษณะเฉพาะตัวของบุคคล เพื่อยืนยันตัวบุคคล ซึ่งในปัจจุบันนี้ ได้มีการนำมาประยุกต์ใช้ในงานหลากหลายรูปแบบ โดยเฉพาะกับระบบรักษาความปลอดภัย และได้มีการคิดค้นประดิษฐ์อุปกรณ์ต่างๆ ที่สนับสนุนกับระบบรักษาความปลอดภัยออกมาเป็นจำนวนมาก ดังนั้น โครงงานนี้จึงได้ออกแบบระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยใช้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ทำการประมวลผล โดยผ่านกระบวนการการรับอินพุต จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ การประมวลผลภาพ (Image Processing) รวมถึงการเปรียบเทียบความเหมือนกัน (Matching) กับข้อมูลลายนิ้วมือที่มีเก็บไว้ในฐานข้อมูล

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงงาน

จะเป็นการสร้างระบบเพื่อใช้ตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้มาใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ โดยจะมีอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ เพื่อสแกนลายนิ้วมือของผู้ที่มาใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ และส่งข้อมูลลายนิ้วมือต่อให้โปรแกรมทำการประมวลผล ซึ่งจะเป็นโปรแกรมที่ตรวจสอบข้อมูลลายนิ้วมือที่ได้จากอุปกรณ์สแกน กับข้อมูลลายนิ้วมือที่มีเก็บไว้ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.3 ของเขตของโครงงาน

โครงงานนี้จะเป็นการสร้างระบบตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้ที่มาใช้งานห้องคอมพิวเตอร์กลางของภาควิชา โดยให้ผู้ใช้วางนิ้วมือลงกับอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ หลังจากนั้นอุปกรณ์จะส่งข้อมูลลายนิ้วมือไปประมวลผล โดยโปรแกรมตรวจสอบลักษณะของลายนิ้วมือ โดยที่ถ้าผู้ใช้ยังไม่เคยใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือนี้มาก่อน จะต้องทำการลงทะเบียนก่อนการใช้งาน หลังจากนั้นโปรแกรมก็จะนำลายนิ้วมือไปตรวจสอบลักษณะ และเก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบ ส่วนผู้ที่เคยลงทะเบียนการใช้มาแล้ว โปรแกรมจะนำข้อมูลลายนิ้วมือที่ได้จากการสแกน มาทำการเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือกับข้อมูลลายนิ้วมือที่มีในฐานข้อมูล ถ้าตรงกันก็จะแสดงผลบอกให้ผู้ใช้ทราบ แต่ถ้าไม่ตรงกันก็จะแสดงผลเตือนผู้ใช้

โดยที่ลักษณะของภาพลายนิ้วมือที่ได้มาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่ทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานได้ถูกต้องนั้น จะเป็นภาพลายนิ้วมือที่ภาพบริเวณรอบๆ จุดอ้างอิงจะต้องมีรายละเอียดครบถ้วนสมบูรณ์ และลักษณะของภาพลายนิ้วมือที่ทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานผิดพลาดสามารถดูตัวอย่างได้จากหัวข้อ 4.11 โดยที่ลักษณะของภาพที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือนั้น จะมีลักษณะการวางนิ้วมือในลักษณะค่อยข้างตรง หรือเอียงไม่มากนัก และจุดอ้างอิงจะต้องอยู่บริเวณใกล้เคียงกับภาพลายนิ้วมือที่เคยลงทะเบียน และเก็บไว้ในระบบฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

1.4 วิธีการดำเนินงาน

การทำโครงงานนี้จะต้องมีการศึกษา ค้นคว้า และหาข้อมูลต่างๆ ที่จะนำมาประยุกต์ และใช้งานในการทำโครงงาน โดยแต่ละขั้นตอนจะมีดังต่อไปนี้

1.4.1 ศึกษา และค้นคว้าจากผลงานวิจัยที่ผ่านมา :

โดยจะทำการเปรียบเทียบทฤษฎี และวิธีการทำงานที่เคยมีการทดลองแล้ว ว่าทฤษฎีและวิธีแบบใด ให้ผลการทดลองที่ดีที่สุด เพื่อที่จะนำทฤษฎี และวิธีการนั้นมาประยุกต์ใช้ในการทำโครงงาน

1.4.2 ศึกษา และค้นคว้าเกี่ยวกับเรื่องการประมวลผลภาพ :

โดยศึกษา และค้นคว้าจากหนังสือ การประมวลผลภาพทางดิจิตอล (Digital Image Processing) และสอบถามจากอาจารย์ที่ปรึกษาโครงงาน

1.4.3 การหาอุปกรณ์ที่ใช้สแกนลายนิ้วมือ :

โดยจะทำการสั่งซื้ออุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ และศึกษาซอฟแวร์ที่เป็นอุปกรณ์ในการพัฒนา (Development Tools) ของอุปกรณ์

1.4.4 การพัฒนาโปรแกรม :

เป็นการเขียนโปรแกรมที่ใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือ และพัฒนาโปรแกรมนี้ โดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 ซึ่งจะใช้ภาษา C++ .NET ในการพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ และใช้ภาษา VB .NET ในส่วนของ User Interface

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.4.5 การทดสอบการทำงาน :

เป็นการทดสอบการทำงานของโปรแกรมที่พัฒนา กับอุปกรณ์สแกนลายนิ้วมือ รวมทั้งความเสถียร การหาข้อผิดพลาดของโปรแกรม และความเข้ากันได้ระหว่างอุปกรณ์ และโปรแกรม

1.4.6 วิเคราะห์ ประเมินผล และจัดทำเอกสาร :

วิเคราะห์ ประเมินผล และจัดทำเอกสารประกอบโครงงาน

1.5 ผลที่คาดว่าจะได้รับ

1. ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ ที่สามารถยืนยันตัวบุคคล
2. เพิ่มประสิทธิภาพในการยืนยันตัวบุคคลมากขึ้น
3. ช่วยทดแทนระบบที่มีราคาสูง ที่ต้องสั่งซื้อจากต่างประเทศ

1.6 เนื้อหาของโครงงาน

เนื้อหาของปริญญานิพนธ์ได้แยกเป็น 5 บท เพื่อแสดงถึง วิธีการ และทฤษฎีที่เคยใช้กันมาในการตรวจสอบลายนิ้วมือ ผลการทดลอง สรุป และปัญหาที่พบขณะทำโครงงาน ดังมีรายละเอียดที่ได้แสดงไว้ในบทต่างๆ ดังนี้

บทที่ 2 ทฤษฎี และหลักการสำคัญๆ ที่ใช้ในโครงงาน

บทที่ 3 การสร้าง และการออกแบบโครงสร้างของโปรแกรม และโครงสร้างรวมทั้งหมดของอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือ

บทที่ 4 ผลการทดลอง และการทดสอบโปรแกรม

บทที่ 5 ผลสรุป และวิจารณ์ผลงานของโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
ทฤษฎี และหลักการ

ในโครงงานนี้ จะเป็นการสร้างอุปกรณ์ตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้ที่มาใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ของภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ซึ่งในการพัฒนาโปรแกรมที่จะใช้ในการตรวจสอบลายนิ้วมือนั้น จะต้องอาศัยหลักการ และทฤษฎีต่างๆ ดังนี้

2.1 ความรู้เบื้องต้นของลายนิ้วมือ

บริเวณปลายนิ้วมือของมนุษย์โดยทั่วไป จะเห็นลายนิ้วมือที่มีลักษณะประกอบไปด้วยเส้น 2 ลักษณะ คือ เส้นนูน (Ridges) และเส้นร่อง (Furrows) ซึ่งเส้นทั้ง 2 ลักษณะจะอยู่สลับกันไปตลอด

2.1.1 จุดลักษณะสำคัญบนลายนิ้วมือ (Characteristics)

คือ ตำหนิต่างๆ บนลายนิ้วมือ ที่สามารถแบ่งได้เป็น 2 ลักษณะดังนี้

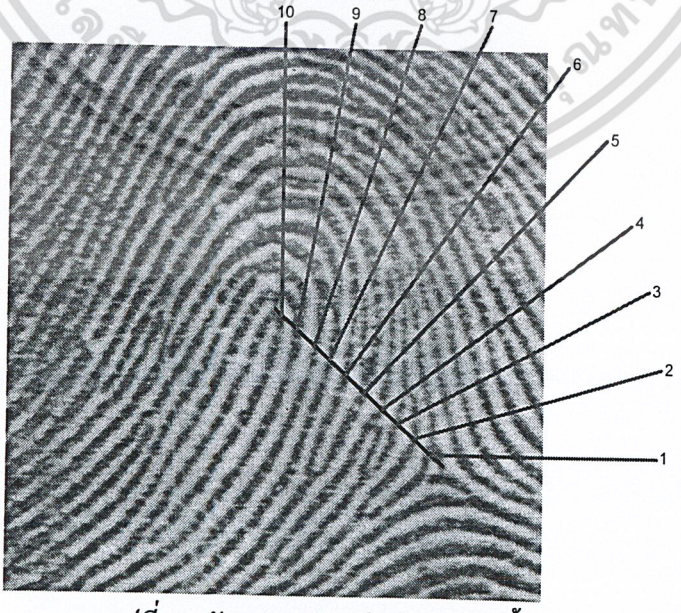
1. ตำหนิและลักษณะต่างๆ ของลายเส้นทั่วๆ ไป เช่น เส้นตรง, เส้นโค้ง, จุด, เส้นแตก, เส้นวกกลับ, เส้นเวียน, เส้นขาด, เส้นทะเลสาบ, เส้น 2 เส้นมาพบกัน (เส้นหักมุม)

2. ลักษณะพิเศษบางอย่าง เช่น

-ไบฟูร์เคชัน คือ เส้นขอบหนึ่งที่ได้ถูกแยกออกเป็น 2 เส้น หรือมากกว่า 2 เส้น

-ไดเวอร์เจนซ์ คือ เส้นขอบที่ได้วิ่งขนานกันมาหรือเกือบจะขนาน และได้แยกถ่างออกไป

-จุดมินูเทีย (Minutiae) คือ จุดบนปลายเส้นหยุดหรือเส้นแยก



รูปที่ 2-1 ลักษณะสำคัญต่างๆ ของลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 2-1 สามารถอธิบายความสัมพันธ์ของเส้นต่างๆได้ดังนี้

1 และ 2 เป็นไบฟูร์เคชัน

2 และ 3 เป็นไบฟูร์เคชัน

4 เป็น เส้นตรง

5 และ 6 เป็นไบฟูร์เคชัน

7 และ 8 เป็นไบฟูร์เคชัน

9 เป็น จุดมินูเทีย

10 เป็น เส้นวกกลับ

2.1.2 คำจำกัดความที่สำคัญบนลายนิ้วมือ

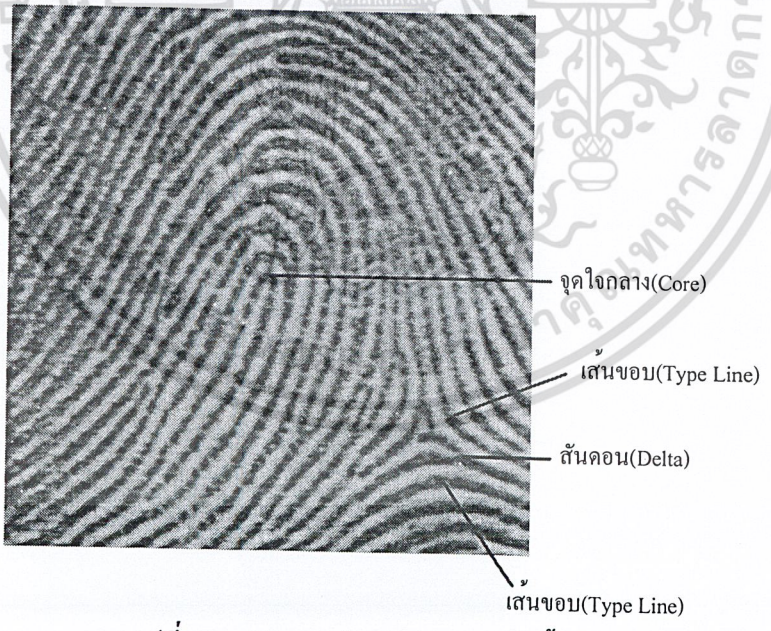
เป็นการอธิบายคุณลักษณะหลักสำคัญใหญ่ๆ ที่ต้องศึกษา และทำความเข้าใจ เพราะมีคุณประโยชน์ที่แสดงให้เห็นถึงความแตกต่างของแต่ละลายนิ้วมือ ซึ่งมีอยู่ 4 ข้อ ได้แก่

-เส้นขอบ (Type Line)

-สันดอน (Delta)

-จุดใจกลาง (Core)

-บริเวณลายนิ้วมือที่อยู่ภายใน (Pattern Area)



รูปที่ 2-2 ความแตกต่างสำคัญๆ บนลายนิ้วมือ

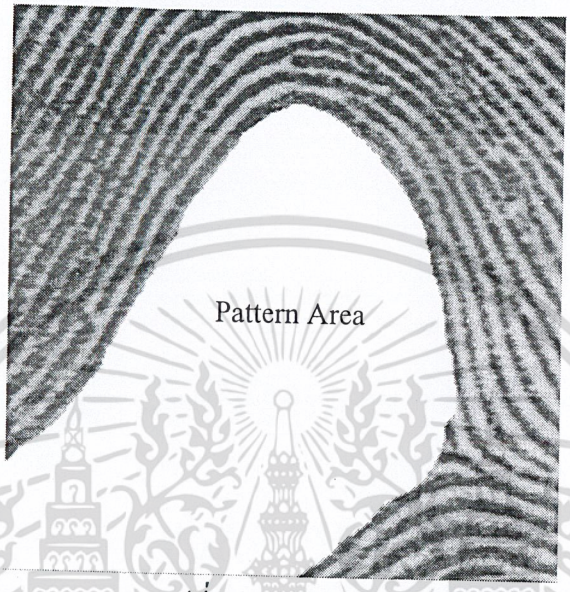
1. เส้นขอบ คือ เส้นคู่ขนานคู่ในสุด ซึ่งได้คู่กันมาพอสมควรแล้วแยกตัวออกเพื่อจะโอบล้อม หรือพยายามโอบล้อมบริเวณลายนิ้วมือที่อยู่ภายใน

2. สันดอน คือ ลายเส้นในลายนิ้วมือซึ่งอยู่ตรงหน้า และใกล้ที่สุดกับกึ่งกลางของปากทางแยกของเส้นขอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จุดใจกลาง คือ จุดใดจุดหนึ่งบนปลายเส้น หรือบนบ่า หรือไหล่ของเส้นวกกลับรูปในสุด และต้องอยู่ภายในของลายนิ้วมือ

4. บริเวณลายนิ้วมือที่อยู่ภายใน คือ พื้นที่บริเวณภายในของลายนิ้วมือที่ถูกเส้นขอบโอบล้อม



รูปที่ 2-3 Pattern Area

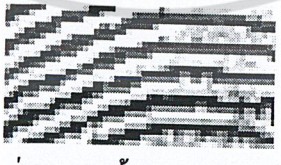
2.1.3 แบบของลายนิ้วมือ

แบ่งเป็น 4 กลุ่มดังนี้

1. เส้นโค้ง (Arch) ประกอบด้วย

-โค้งราบ (Plain Arch = PA)

ลายเส้นวิ่งหรือไหลออกไปข้างหนึ่ง ไม่เกิดมุมแหลม หรือพุ่งขึ้นตรงกลาง

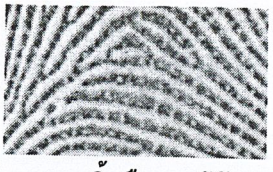


รูปที่ 2-4 ลายนิ้วมือแบบโค้งราบ

-โค้งกระโจม (Tented Arch = TA)

ลายเส้นตรงกลางเกิดเป็นลายเส้นพุ่งขึ้นจากแนวนอนเป็นมุมแหลมหรือมุมฉาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

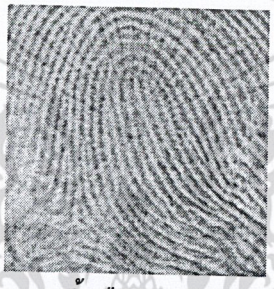


รูปที่ 2-5 ลายนิ้วมือแบบโค้งกระโจม

2. ลูปหรือมัดหวาย (Loop)

-มัดหวายปัดขวา (Right Slant Loop = RSL)

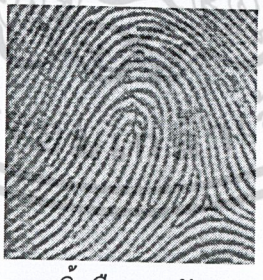
มีสันดอนเพียงจุดเดียว มีเส้นวกหลักที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้น และมีทิศทางไปด้านขวา



รูปที่ 2-6 ลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดขวา

-มัดหวายปัดซ้าย (Left Slant Loop = LSL)

มีสันดอนเพียงจุดเดียว มีเส้นวกหลักที่สมบูรณ์อย่างน้อย 1 เส้นมีทิศทางไปด้านซ้าย

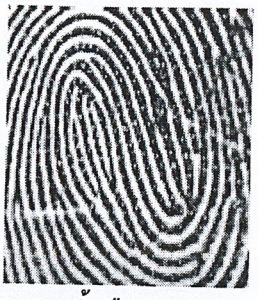


รูปที่ 2-7 ลายนิ้วมือแบบมัดหวายปัดซ้าย

-มัดหวายคู่หรือมัดหวายแฝด (Double Loop = DL)

มีลักษณะคล้ายกับลายนิ้วมือแบบมัดหวายข้างบน แต่มากอด หรือกล้ำกันจนเกิดมีสันดอน 2 จุด โดยไม่จำเป็นต้องมีขนาดเท่ากัน ประกอบด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-8 ลายนิ้วมือแบบมัดหวายแฝด

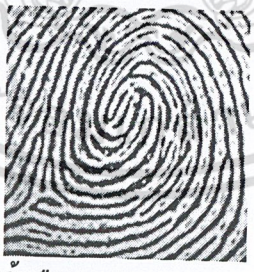
3. ก้นหอย (Whorl)

ลายนิ้วมือที่มีเส้นเวียนรอบเป็นวงจร ลักษณะเหมือนลานนาฬิกา, รูปไข่, วงกลม, หรือลักษณะอื่นๆ ประกอบด้วย

-ก้นหอยธรรมดา (Plain Whorl = W)

รูปที่ 2-9 ลายนิ้วมือแบบก้นหอยธรรมดา

-ก้นหอยกระเป๋ากลางปัดขวา (Right Central Pocket = RCP)



รูปที่ 2-10 ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋ากลางปัดขวา

-ก้นหอยกระเป๋ากลางปัดซ้าย (Left Central Pocket = LCP)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2-11 ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋ากลางปัดซ้าย

-ก้นหอยกระเป๋าข้างปัดขวา (Right Lateral Pocket = RLP)

รูปที่ 2-12 ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋าข้างปัดขวา

-ก้นหอยกระเป๋าข้างปัดซ้าย (Left Lateral Pocket = LLP)

รูปที่ 2-13 ลายนิ้วมือแบบก้นหอยกระเป๋าข้างปัดซ้าย

4. ซับซ้อน (Accidental Whorl = AW)

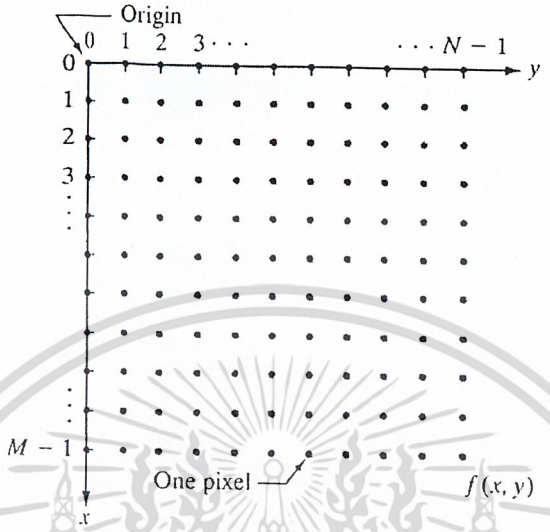
ลายนิ้วมือที่มีลักษณะพิเศษที่ไม่จัดเข้าเป็นลายนิ้วมือชนิดหนึ่งชนิดใด โดยเฉพาะ ประกอบด้วยลายนิ้วมือ 2 แบบมาผสมกัน และมีสันดอน 2 สันดอน หรือมากกว่า เช่น กรณีที่ไม่สามารถเข้ากับลายนิ้วมือกลุ่มที่กล่าวมาแล้วข้างต้นเลย โดยมีความยุ่งเหยิง และเป็นรูปแบบที่ไม่แน่นอน

รูปที่ 2-14 ลายนิ้วมือกลุ่มซับซ้อน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 หลักการเบื้องต้นของการประมวลผลภาพ

2.2.1 พิกเซล (Pixel)

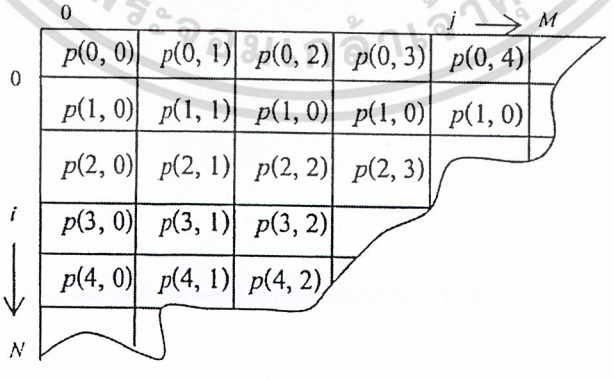


รูปที่ 2-15 พิกเซลแสดงลักษณะของจุดภาพและตำแหน่งของพิกเซล

N คือ จำนวนพิกเซลที่มากที่สุดในหลักหนึ่งๆ

M คือ จำวนพิกเซลที่มากที่สุดในหลักหนึ่งๆ

ในภาพหนึ่งๆ เราสามารถอธิบายได้เป็นเมตริกซ์ของจุดพิกเซลขนาด N×M โดยใช้คู่ลำดับ p(i, j) แทนค่าของจุดแต่ละจุด โดย i และ j เป็นจำนวนบวกสเกลาร์ p(i, j) นี้จะบ่งชี้ความเข้มแสงที่จุดพิกเซลนั้นๆ ของภาพ



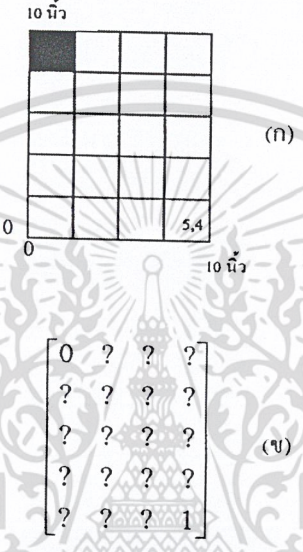
รูปที่ 2-16 ดัชนีแสดงพิกเซลในเมตริกซ์ภาพ

ค่าที่กำกับแต่ละพิกเซลจะแสดงถึงค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงในภาพที่จุดพิกเซลนั้นแทนอยู่โดยค่าของพิกเซลดังกล่าวจะเขียนแทนด้วย p(i,j) มีค่าตั้งแต่ 0 – 1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2.2 ตำแหน่งของพิกเซล (Pixel Location)

ดังที่ได้กล่าวมาแล้วว่าในภาพหนึ่งเราจะแทนด้วยอาเรย์ (Array) N×M และค่าในแต่ละจุดพิกเซลจะหมายถึง ค่าเฉลี่ยของความเข้มแสงที่ตกกระทบถึงภาพ ณ จุดพิกเซลนั้น พิจารณากรณีตัวอย่าง เช่น ภาพขนาด 10×10 นิ้ว หากไม่มีแสงมาตกกระทบด้านบนของภาพ แต่มีแสงที่สว่างมากมาตกกระทบบริเวณส่วนล่างเท่านั้น (ดังแสดงในรูปที่ 2-17) เราจะใช้ระบบเลขฐานสองแทนค่าความเข้มของการส่องสว่าง โดยบริเวณที่ไม่ถูกแสงจะแทนด้วย "0" และบริเวณที่ถูกแสงจะแทนด้วย "1"



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

รูปที่ 2-17 (ก) ลักษณะที่ตกกระจายไม่เท่ากันบนพื้นผิว
(ข) ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิว

จะเห็นว่าขณะนี้ ภาพจะถูกเขียนแทนด้วยเมตริกซ์ขนาด 5×4 (5 แถว 4 หลัก) แต่ละส่วนย่อยของภาพ (ขนาด2.5×2.0นิ้ว) จะมีค่าที่ขึ้นอยู่กับแสงที่ตกกระทบเฉลี่ย

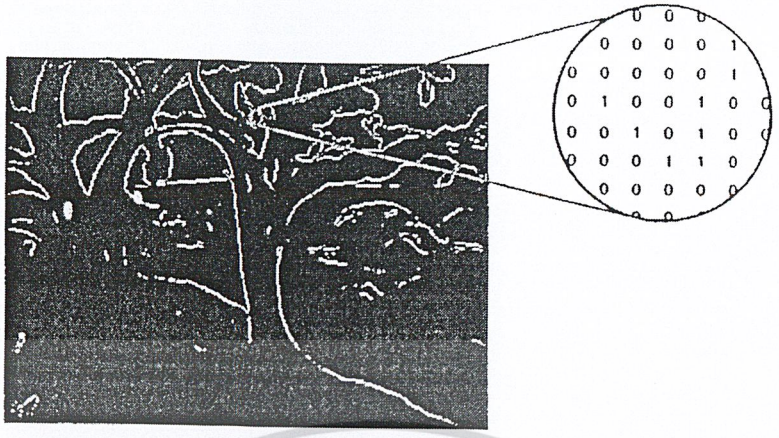
บริเวณขนาด 2.5×2.0นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของรูปจะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (1,1) ในเมตริกซ์ 5×4 มีค่าเท่ากับ 0 ซึ่งนั่นก็หมายถึงไม่มีแสงมาตกกระทบ

บริเวณขนาด 2.5×2.0นิ้ว ตรงส่วนมุมบนซ้ายของรูปจะถูกแทนด้วยตำแหน่ง (5,4) มีค่าเท่ากับ 1 ซึ่งหมายถึงมีความเข้มของการส่องสว่างสูงสุด

ทั้งนี้หมายเหตุไว้ว่า หากใช้ระบบ 16 ระดับสีเทา (16 Gray Level System) แทนระบบเลขไบนารีจุดพิกเซลที่ (1,1) จะมีค่าเท่ากับ 0 และจุด (5,4) จะมีค่าเท่ากับ 15

อีกประการหนึ่ง ผู้ออกแบบระบบต้องทำการกำหนดค่าเทรชโฮล (Threshold Value) ของความเข้มของการส่องสว่าง ที่จะใช้เป็นเกณฑ์ในการเปลี่ยนระดับจาก 0 เป็น1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-18 ค่าของพิกเซลของภาพพื้นผิวภาพขาวดำ (Binary Image)

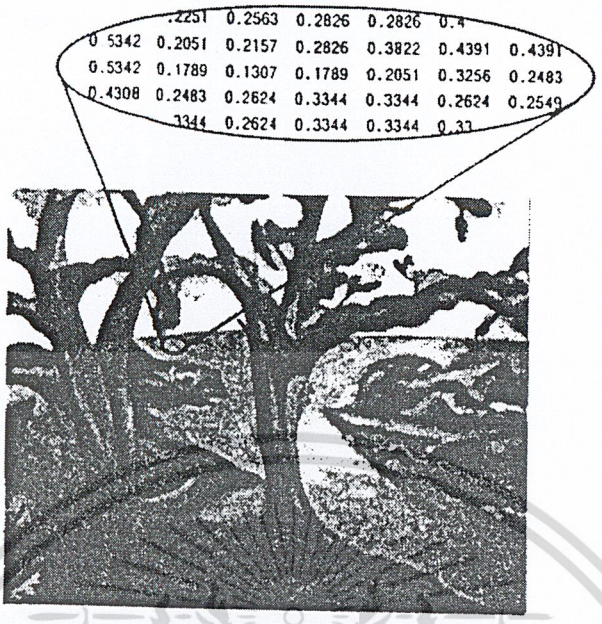
2.2.3 ระดับสีเทา (Gray Level)

หากเราต้องการค่าข้อมูลที่ละเอียดมากขึ้น ก็จำเป็นที่จะต้องเพิ่มจำนวนบิตในการแสดงค่าของแต่ละพิกเซล ยกตัวอย่างเช่น หากแบ่งความเข้มของการส่องสว่างให้มี 4 ระดับก็ต้องใช้เลขฐานสอง 2 บิต และ 4 บิต สำหรับ 16 ระดับ และ 8 บิตสำหรับ 256 ระดับ ซึ่งจำนวนระดับที่ใช้ในระดับสีเทานี้มักเป็นเลขยกกำลังของ 2 ค่าที่ต่ำสุดคือ 0 กำหนดให้เป็นสีดำ และ 1 หรือ ตัวเลขที่น้อยกว่าค่าสูงสุดของระดับสีเทาอยู่ 1 (เช่น 15 สำหรับระดับสีเทา 16) แทนสีขาว ค่าที่กำหนดให้ในแต่ละพิกเซลมักเป็นจำนวนเต็ม

ในยุคแรกๆ ของระบบการมองเห็นภาพจะใช้ระบบเลขฐานสอง แต่ในปัจจุบันเทคโนโลยีไมโครโปรเซสเซอร์เข้ามามีบทบาทมากขึ้น การแบ่งระดับเป็น 16, 64 หรือ 256 เป็นเรื่องธรรมดา แต่ทั้งนี้ในการมองเห็นของมนุษย์จะสามารถแยกแยะความแตกต่างได้เพียง 10-15 ระดับเท่านั้น การแบ่งโดยละเอียดเป็น 64 หรือ 256 ระดับ อาจจะนำไปประยุกต์ใช้กับงานประมวลผลภาพแบบอื่นๆ

จะเห็นว่าจำนวนระดับสีเทาจะเป็นตัวจำกัดรายละเอียดของภาพ โดยทั่วไปแล้วยิ่งแบ่งระดับสีเทาเป็นหลายๆ ระดับก็เป็นการเพิ่มคุณภาพของภาพด้วย และการเพิ่มจำนวนพิกเซล เช่น จาก 30x35 เป็น 250x256 ก็จะเป็นการเพิ่มความละเอียด (Resolution) และรายละเอียด (Detail) ของภาพเช่นกัน จะเห็นว่าจะแตกต่างกับการขยาย (Zoom) ภาพคือ การเพิ่มขนาดของแต่ละพิกเซลให้ใหญ่ขึ้น ไม่ได้เป็นการเพิ่มจำนวนความละเอียด

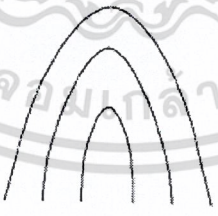
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2-19 ค่าของพิกเซลของพื้นผิวภาพระดับสีเทา (Gray-scale Image)

2.3 กระบวนการในการหาจุดอ้างอิงและคุณลักษณะของลายนิ้วมือ

กระบวนการในการหาคุณลักษณะของแต่ละบุคคลนั้นหาได้จาก โครงสร้างของเส้นลายนิ้วมือว่ามีโครงสร้างแบบใด เช่นแบบก้นหอย , แบบมัดหวาย โดยจะทำการพิจารณาโครงสร้างบริเวณรอบๆจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ และใช้จุดอ้างอิงอยู่ตรง สันเส้นคอนเคฟ (Concave Ridges) หรือจุดวกกลับที่มีความชันมากที่สุดของลายนิ้วมือ ดังรูปที่ 2-20



Concave ridges

รูปที่ 2-20 แสดงลักษณะจุดวกกลับของเส้นลายนิ้วมือ

โดยใช้กระบวนการหาคุณลักษณะของเส้นลายนิ้วมือบนพื้นฐานของการใช้ตัวกรองต่างๆ (Filter-based Feature Extraction) โดยมีขั้นตอนดังต่อไปนี้

1. หาจุดอ้างอิง และบริเวณที่ต้องการจะทำการพิจารณา
2. แบ่งบริเวณที่สนใจออกเป็นเซ็คเตอร์ต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ทำการกรองบริเวณที่สนใจรอบๆจุดอ้างอิง โดยใช้ตัวกรองเกเบอร์ในทิศทางที่แตกต่างกัน 8 ทิศทาง เพราะการที่จะหาคุณลักษณะของลายเส้นเฉพาะบริเวณจำเป็นต้องใช้ตัวกรองเกเบอร์ที่แตกต่างกัน 8 ทิศทาง หากต้องการจะหาคุณลักษณะโดยรวมสามารถใช้เพียงแค่ 4 ทิศทางก็พอ

4. คำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Average Absolute Deviation) จากรูปเส้นลายนิ้วมือที่เป็นระดับสีเทาเพื่อคำนวณหาค่าตัวแทนในแต่เซ็คเตอร์ภายในบริเวณลายนิ้วมือที่สนใจ (FingerCode)

2.4 ตัวปฏิบัติการเกรเดียนต์ (Gradient Operator)

เกรเดียนต์ จะใช้ในการตรวจสอบจุดบกพร่อง และกำจัดลักษณะของพื้นหลังที่มีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมเล็กน้อย

นิยาม : เกรเดียนต์ คือ จุดในทิศทางที่เราสนใจ ซึ่งจะมีอัตราการเปลี่ยนแปลงที่มากที่สุด

Z_1	Z_2	Z_3
Z_4	Z_5	Z_6
Z_7	Z_8	Z_9

รูปที่ 2-21 แสดงขอบเขตขนาด 3×3 ของรูป

จากรูปที่ 2-21 จะเป็นของเขตขนาด 3×3 ของรูป โดยเราจะทำการหาเกรเดียนต์ที่จุด Z_5 โดยจะมีการใช้หน้ากากหลายๆ แบบมาใช้ แล้วแต่วัตถุประสงค์ในการหา เช่น

2.4.1 หน้ากากขนาด 2×2 ที่มีชื่อเรียกว่า Robert Cross-gradient Operator

-1	0
0	1

0	-1
1	0

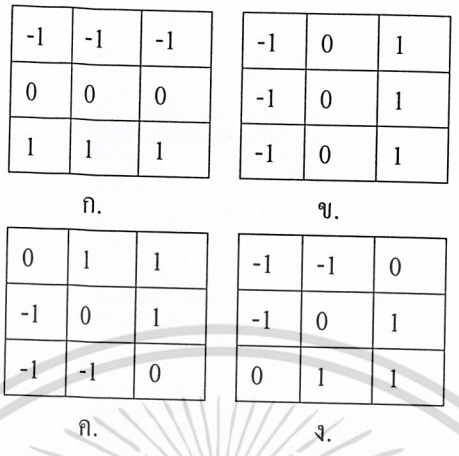
รูปที่ 2-22 Robert Cross-gradient Operator

ข้อเสียของการใช้หน้าการแบบ Robert Cross-gradient Operator คือ จะมีจุดบกพร่องในการใช้ เนื่องมาจากว่า หน้ากากขนาด 2×2 นี้ จะมีจุดกึ่งกลางที่ไม่ชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.4.2 หน้ากากขนาด 3×3 โดยที่หน้ากากขนาดนี้จะมี 2 แบบ คือ

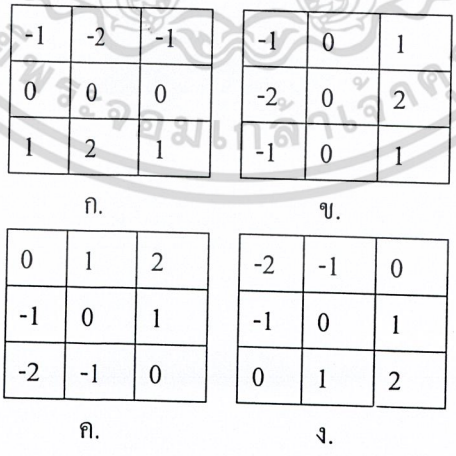
1. Prewitt Operator



รูปที่ 2-23 Prewitt Operator

จากรูปที่ 2-23 จะแสดงการใช้หน้ากากขนาด 3×3 แบบ Prewitt Operator โดยในรูปที่ 2-23 ก. และ 2-23 ข. จะเป็นการใช้หน้ากากในแนวแกนนอน และแกนตั้ง ตามลำดับ ซึ่งจะสามารถตรวจสอบหาขอบของภาพในแนวตั้ง และแนวนอนได้อย่างชัดเจน ส่วนรูปที่ 2-23 ค. และ 2-23 ง. นั้น จะเป็นการใช้หน้ากากในแนว 135° และ 45° ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจสอบหาขอบของภาพในแนวองศาดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

2. Sobel Operator



รูปที่ 2-24 Sobel Operator

รูปที่ 2-24 แสดงหน้ากากขนาด 3×3 แบบ Sobel Operator ซึ่งจะมีข้อดีกว่าแบบ Prewitt Operator คือ จะมีการให้น้ำหนักกับค่าที่สนใจด้วย โดยที่จะทำให้คุณภาพของภาพที่ได้ออกมา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ดีกว่าการให้หน้ากากแบบ Prewitt Operator โดยในรูปที่ 2-24 ก. และ 2-24 ข. จะเป็นการใช้หน้ากากในแนวแกนนอน และแกนตั้ง ตามลำดับ ซึ่งจะสามารถตรวจสอบหาขอบของภาพในแนวตั้ง และแนวนอนได้อย่างชัดเจน ส่วนรูปที่ 2-24 ค. และ 2-24 ง. นั้น จะเป็นการใช้หน้ากากในแนว 135° และ 45° ตามลำดับ ซึ่งจะทำให้สามารถตรวจสอบหาขอบของภาพในแนวองศาดังกล่าวได้อย่างชัดเจน

2.5 การกรองแบบโลพาส (Lowpass Filter)

การกรองให้ภาพราบเรียบ หรือการเกลี่ยภาพ จะใช้วิธีการทำให้ภาพเบลอ และเป็นการลดสัญญาณรบกวนภายในภาพด้วย ซึ่งการทำให้ภาพเบลอจะเป็นการนำรายละเอียดเล็กๆ น้อยๆ ที่ไม่ต้องการในภาพออก และยังสามารถเกลี่ยรอยช่องว่างเล็กๆ ในเส้นตรง และเส้นโค้งในภาพได้ด้วย

การกรองแบบโลพาสจะทำโดยการแทนค่าของทุกๆ พิกเซลในภาพ ด้วยค่าเฉลี่ยของระดับสีเทาของบริเวณใกล้เคียง ซึ่งจะกำหนดโดยหน้ากากของการกรอง ผลของกระบวนการนี้ จะได้เป็นรูปภาพที่มีการลดการเปลี่ยนแปลงในรูปภาพซึ่งเป็นระดับของสีเทา ให้มีสัญญาณรบกวนน้อยลง ตัวอย่างเช่น เส้นขอบของรูปภาพ คือ ลักษณะของการเปลี่ยนแปลงในรูปภาพที่เป็นระดับสีเทา ดังนั้นการทำการกรองแบบเฉลี่ย จะมีผลกระทบทำให้เส้นขอบของรูปภาพนั้นหายไปด้วย ทั้งนี้เนื่องมาจากการใช้จำนวนระดับของสีเทาที่ไม่เพียงพอนั้นเอง

ประโยชน์หลักของการให้การกรองแบบเฉลี่ย คือ การลดรายละเอียดที่ไม่ตรงประเด็นในภาพต้นแบบออกไป โดยสิ่งที่เรียกว่า ไม่ตรงประเด็น ก็คือ ขอบเขตของพิกเซลที่เล็กกว่าขนาดของหน้ากากที่ใช้กรอง

$$\frac{1}{9}\times\begin{bmatrix}1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\\ 1 & 1 & 1\end{bmatrix}$$

รูปที่ 2-25 หน้ากากการกรองความราบเรียบขนาด 3×3

จากรูปที่ 2.25. จะแสดงหน้ากากการกรองความราบเรียบของภาพ ซึ่งเป็นการกรองแบบเฉลี่ย โดยที่หน้ากากนี้จะมีขนาด 3×3 และจะมีการคูณค่าสัมประสิทธิ์ ซึ่งเท่ากับ $1/9$ เข้าไปด้วยเพื่อเป็นการทำให้ภาพซึ่งเป็นผลลัพธ์ที่ได้ออกมานั้น มีประสิทธิภาพเพิ่มขึ้น

2.6 การทำนอมอไลซ์ (Normalization)

การทำนอมอไลซ์ภาพนั้นหมายถึงการกำจัดสัญญาณรบกวนบางอย่าง เช่น สัญญาณรบกวนจากตัวเซ็นเซอร์ หรือความสว่างของรูปภาพที่ไม่เท่ากันในที่นี้เกิดจากน้ำหนักที่ทำการกดนิ้วมือลงบนเครื่องสแกนไม่เท่ากัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

โดยจุดประสงค์ในการทำนอมอไลซ์รูปภาพนั้นเพื่อที่จะได้รูปที่ปราศจากสัญญาณรบกวนต่างๆ หรืออาจจะมีสัญญาณรบกวนบ้างเล็กน้อย

การนอมอไลซ์ นั้นมีประโยชน์ต่อกระบวนการประมวลผลภาพโดยช่วยในส่วนของการแยกแยะ (Recognition) เช่น การแยกแยะใบหน้า , การแยกแยะลายนิ้วมือ

2.7 การแยกลักษณะเด่นของภาพด้วยตัวกรองเกเบอร์ (Gabor Filter)

ตัวกรองเกเบอร์ถูกใช้ในการหาลักษณะเด่นของพื้นผิวในทิศทางต่างๆในรูป โดยโครงงานนี้ได้นำตัวกรองเกเบอร์แบบซิมเมตริกซ์มาใช้ เพื่อช่วยในการแยกลักษณะเด่นของลายนิ้วมือในทิศทางต่างๆ ที่ต้องการ โดยมีสมการดังนี้

$$G(x,\ y;\ f,\ \theta) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x'^2}{\delta_{x'}^2}+\frac{y'^2}{\delta_{y'}^2}\right]\right\}\cos(2\pi f x')$$

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

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

โดยจะนำสมการดังกล่าวไปสร้างตัวกรองเกเบอร์ที่มีค่าทิศทางแตกต่างกัน และมีขนาดขนาด 33×33 จากนั้นจะนำตัวกรองเกเบอร์ที่ได้ไปทำคอนโวลูชั่น (Convolution) กับรูปลายนิ้วมือเพื่อหาลักษณะเด่นในทิศทางนั้นๆ

2.8 ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform)

ฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์มเป็นอัลกอริทึมที่ใช้ในการแปลงสัญญาณบนโดเมน (Domain) ของเวลาไปเป็นโดเมนของความถี่แทนเพื่อทำให้การคำนวณดิสครีทต์ฟูเรียทรานส์ฟอร์มได้รวดเร็วยิ่งขึ้น โดยในโครงงานนี้ได้นำมาใช้แทนการคำนวณคอนโวลูชั่นของภาพกับตัวกรองแบบต่างๆ เพื่อให้ได้ผลลัพธ์ในเวลาที่รวดเร็วขึ้น โดยมีสมการดังนี้

$$F(u,\ v) = \frac{1}{MN}\sum_{x=0}^{M}\sum_{y=0}^{N} f(x,\ y)\ e^{-j2\pi\left(u\frac{x}{M}+v\frac{y}{N}\right)}$$

$$f(x,\ y) = \sum_{u=0}^{M}\sum_{v=0}^{N} F(u,\ v)\ e^{j2\pi\left(u\frac{x}{M}+v\frac{y}{N}\right)}$$

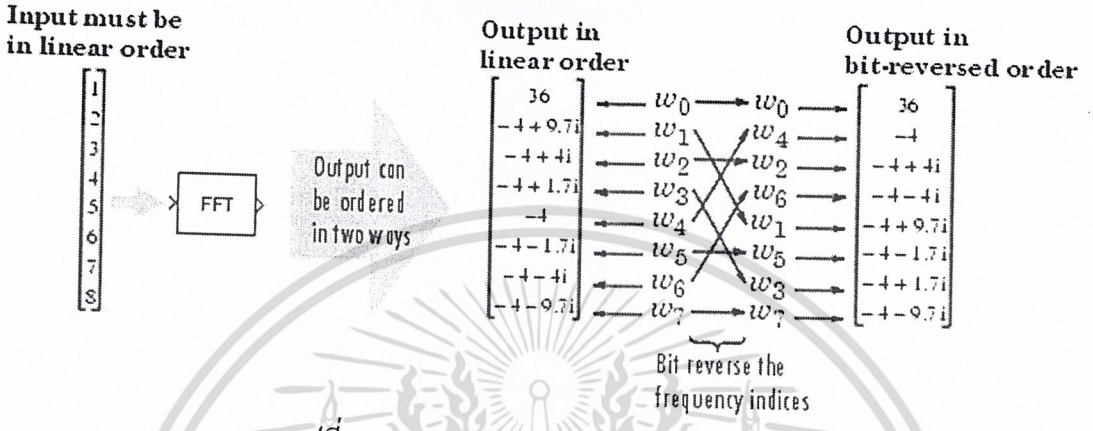
โดยความสัมพันธ์ระหว่างคอนโวลูชั่น กับฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์มเป็นดังสมการต่อไปนี้

$$x * y = IFFT(FFT(x) \times FFT(y))$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
61469

โดย FFT คือ การทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Fast Fourier Transform)

และ IFFT คือ การทำอินเวอร์สฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม (Inverse Fast Fourier Transform)



รูปที่ 2-26 แสดงการทำฟาสฟูเรียทรานส์ฟอร์ม

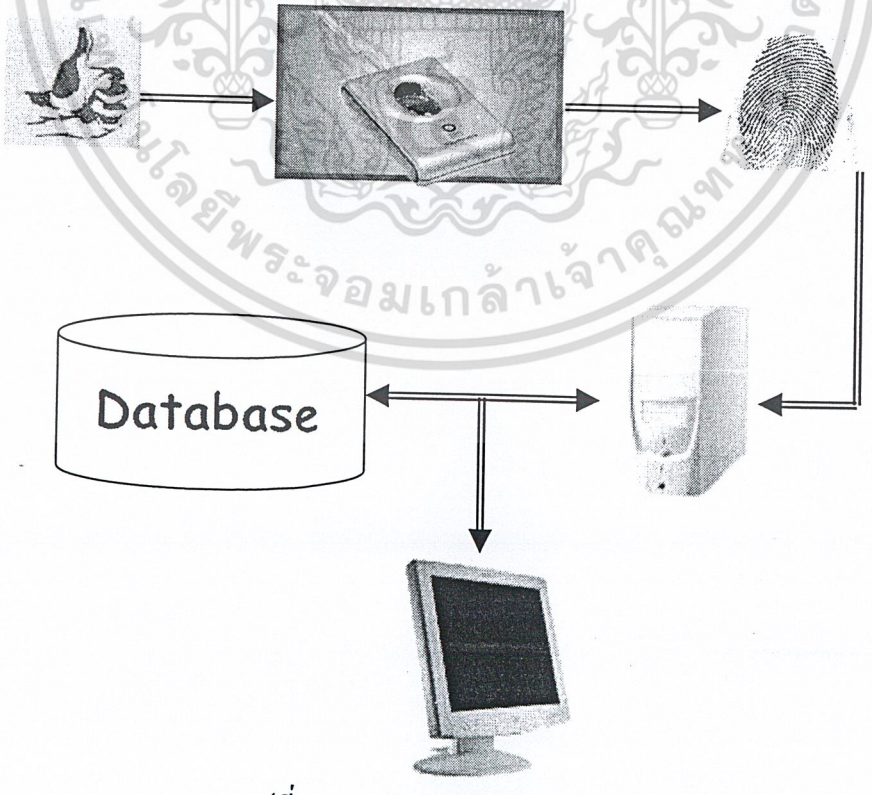
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
การสร้างและการออกแบบ

ในการทำระบบตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้มาใช้ห้องปฏิบัติการคอมพิวเตอร์ ของทางภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์นั้น มีการออกแบบระบบ เพื่อประโยชน์ในการประยุกต์ และพัฒนา ดังนี้

3.1 ภาพรวมของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือจะเริ่มกระบวนการทำงาน จากขั้นตอนของการรับข้อมูลลายนิ้วมือที่มาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ ต่อจากนั้นโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือจะทำงานตามขั้นตอนที่ได้เขียนโปรแกรมไว้ แล้วจะทำการเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ ที่ได้จากอุปกรณ์แสกนลายนิ้วมือกับข้อมูลลายนิ้วมือที่มีเก็บไว้ในฐานข้อมูล โดยถ้าโปรแกรมไม่สามารถเปรียบเทียบความเหมือนกันของข้อมูลลายนิ้วมือได้ แสดงว่าไม่มีข้อมูลลายนิ้วมือเก็บไว้ในฐานข้อมูล ผู้ใช้จะต้องไปทำการลงทะเบียนก่อน หรือถ้าผู้ใช้ได้ทำการลงทะเบียนแล้ว แสดงว่าโปรแกรมทำงานผิดพลาด ผู้ใช้ก็จะต้องทำการสแกนลายนิ้วมือใหม่อีกครั้ง โดยถ้าระบบตรวจสอบลายนิ้วมือได้ตรง แสดงว่าการเปรียบเทียบข้อมูลลายนิ้วมือที่มาจากเครื่องสแกน กับข้อมูลลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลสามารถทำตามกระบวนการตรวจสอบลายนิ้วมือได้ ก็จะแสดงผลออกมาบอกให้ผู้ใช้ได้ทราบ



รูปที่ 3-1 แสดงภาพรวมของระบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3-1 จะแสดงภาพรวมการทำงานของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยจะมีอุปกรณ์ เครื่องมือที่ใช้ในระบบ เช่น เครื่องสแกนลายนิ้วมือ ส่วนประมวลผล (CPU ของเครื่องคอมพิวเตอร์) ฐานข้อมูล และส่วนของการแสดงผล

3.2 ข้อมูลจำเพาะของ U.are.U 4000

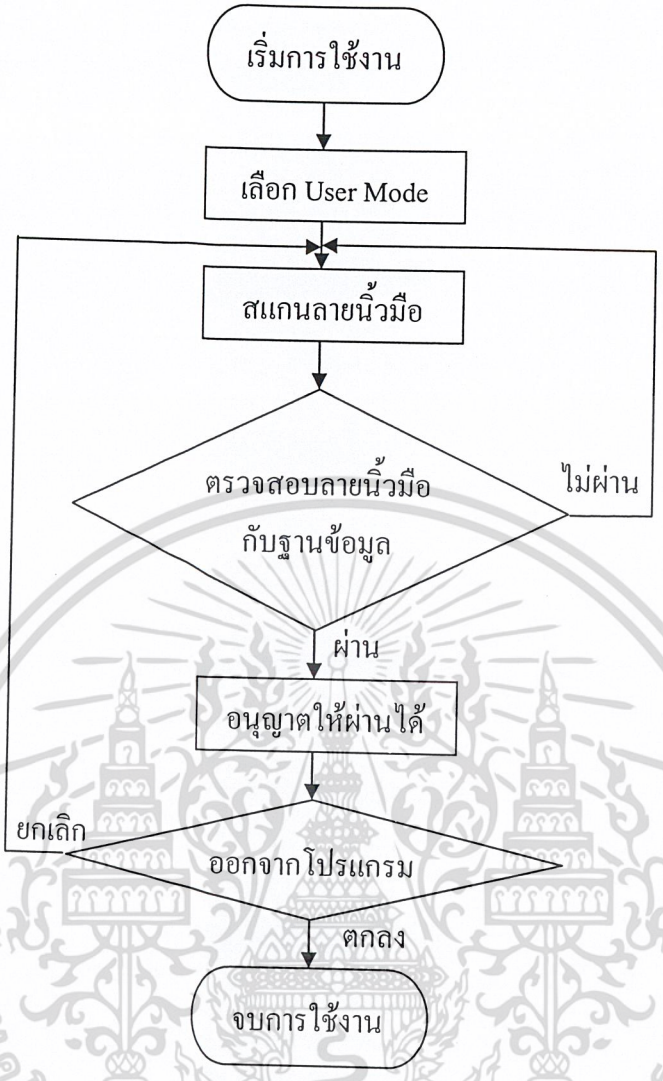
U.are.U 4000 เป็นเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่มีข้อมูลจำเพาะของเครื่อง ดังนี้

-ใช้ความต่างศักย์	: 5.0V +/- 0.25V
-ใช้กระแสไฟ ในขณะสแกน	: 170 mA (typ.)
-ใช้กระแสไฟ ในขณะรอใช้งาน	: 120 mA (typ.)
-ใช้กระแสไฟ ในขณะไม่ใช้งาน	: 2 mA (max.)
-ESD Susceptibility	: > 15 KV
-ระบบปฏิบัติการ	: windows 98, ME, 2000 และ XP
-อุณหภูมิของระบบปฏิบัติการ	: 5 ° - 35 ° C
-ความชื้นของระบบปฏิบัติการ	: 20% - 80% non-condensing
-อุณหภูมิของตัวเก็บข้อมูล	: -10 ° - 60 ° C
-ความชื้นของตัวเก็บข้อมูล	: 20% - 80% non-condensing
-พื้นที่ในการรับภาพ	: 14.6 มม. × 18.1 มม.
-ข้อมูลของรูป	: 8-bit grayscale
-ความละเอียด	: 512 dpi
-การทำงาน	: USB 1.0, 1.1, 2.0
-มาตรฐาน	: FCC Class B, CE, VCCI

3.3 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ใช้

โปรแกรมในส่วนของผู้ใช้ในที่นี้จะหมายถึง Graphic User Interface (GUI) โดยจะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 ซึ่งจะใช้ภาษา VB .NET ในการเขียนจียูไอ (GUI) โดยจะมีขั้นตอนการใช้งานของผู้ใช้ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

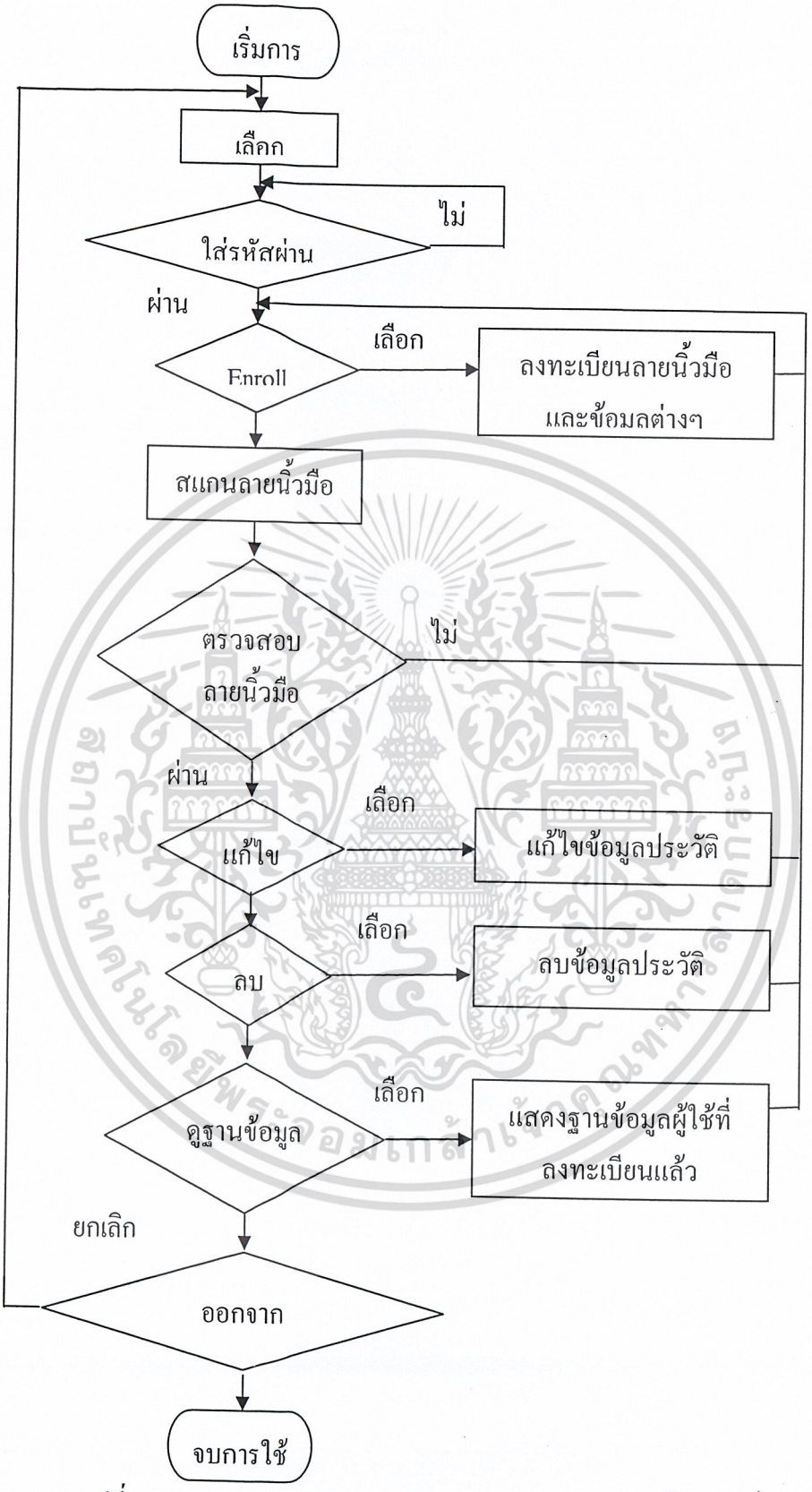


รูปที่ 3-2 Flowchart การใช้งานของผู้ใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

3.4 การออกแบบโปรแกรมส่วนของผู้ดูแลระบบ

โปรแกรมในส่วนของผู้ดูแลระบบในที่นี้จะหมายถึง Graphic User Interface โดยจะใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 ซึ่งจะใช้ภาษา VB .NET ในการเขียน GUI โดยจะมีขั้นตอนการใช้งานของผู้ดูแลระบบ คือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-3 Flowchart การใช้งานของผู้ดูแลระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 การออกแบบฐานข้อมูล

การออกแบบฐานข้อมูลสำหรับโครงงานนี้ ได้ออกแบบโดยแบ่งไว้เป็น 2 ฐานข้อมูล ดังนี้

1.ฐานข้อมูลสำหรับเก็บค่าของฟิงเกอร์โค้ด โดยใช้เป็นไฟล์ Text ซึ่งจะเก็บฟิงเกอร์โค้ดของผู้ใช้แต่ละคน ที่ได้ผ่านการลงทะเบียนการใช้ห้องปฏิบัติการแล้ว ไว้ในฮาร์ดดิสก์ของคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล โดยจะใช้เป็นข้อมูลลายนิ้วมือที่ใช้ในการเปรียบเทียบกับข้อมูลลายนิ้วมือที่ได้มาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

2.ฐานข้อมูลสำหรับเก็บประวัติส่วนตัวของผู้ใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยใช้เป็นฐานข้อมูลแอ็คเซส (Access Database) และจะมีฟิลด์ (Field) ต่างๆ ดังนี้

-ID_No

-NAME

-ID

-BLOOD

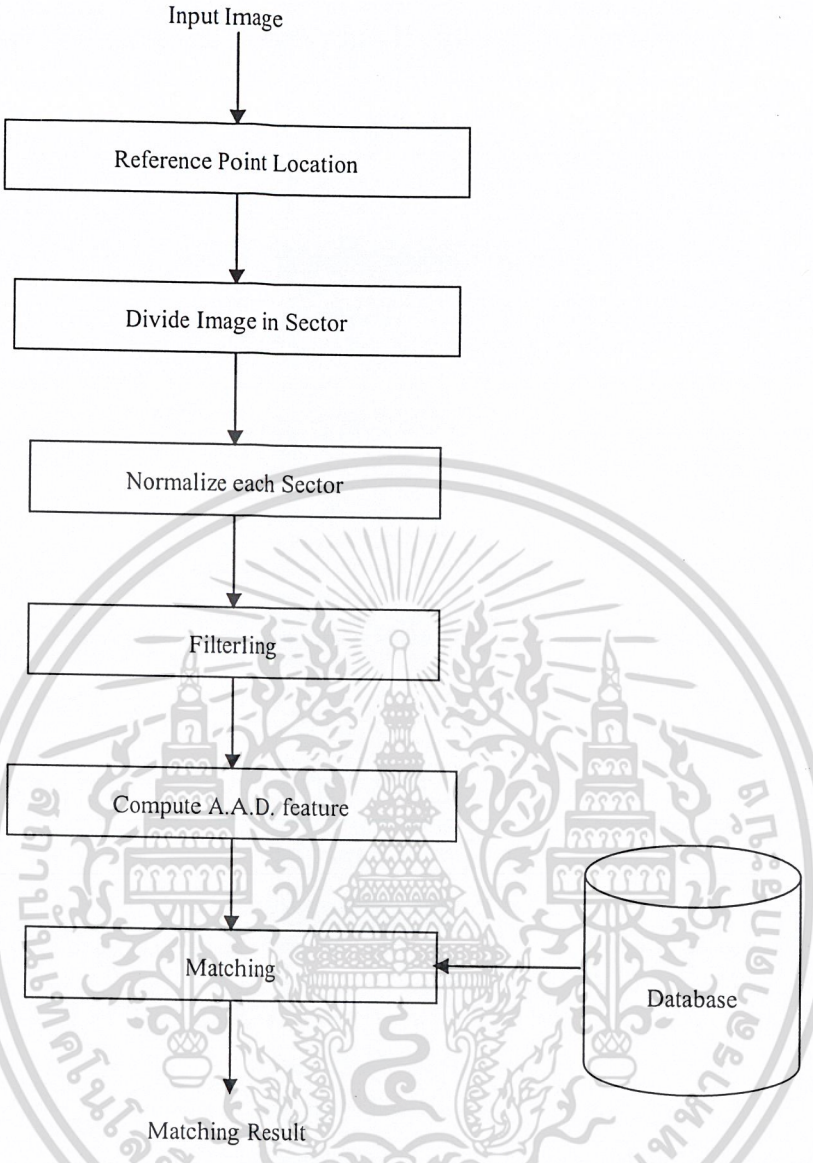
-DEPARTMENT

-FACULTY

3.6 การสร้างโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ

โปรแกรมการตรวจสอบ และเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ เขียนโดยใช้โปรแกรม Microsoft Visual Studio .NET 2003 ซึ่งใช้ภาษา C++ .NET ในส่วนการทำงานของโปรแกรมการตรวจสอบและเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ จะมีรายละเอียดการทำงาน ดังรูปที่ 3-4 ที่แสดงไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-4 แสดงการทำงานของโปรแกรมการตรวจสอบลายนิ้วมือ

การทำงานของโปรแกรมการตรวจสอบ และเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ มีรายละเอียดตามขั้นตอน ดังนี้

3.6.1 การหาจุดอ้างอิง (Reference Point Location)

เป็นกระบวนการในการหาจุดอ้างอิงที่เป็นศูนย์กลางของลายนิ้วมือ จากรูปลายนิ้วมือที่สแกนเข้ามา โดยจะพยายามหาจุดวกกลับของลายนิ้วมือที่มีความชันของเส้นมากที่สุด ซึ่งในการประมาณค่าความหันเหของลายเส้นนิ้วมือจะใช้อัลกอริทึม Least Mean Square Orientation Estimation เพื่อนำไปใช้หาจุดอ้างอิงโดยขั้นตอนต่อไปนี้

1. แบ่ง I ซึ่งเป็นรูปลายนิ้วมือ ให้เป็นบล็อกที่ไม่ทับซ้อนกันของรูปขนาด $w \times w$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. คำนวณเกรเดียนต์ $\partial_x(i, j)$ และ $\partial_y(i, j)$ ของแต่ละพิกัด (i, j) โดยเกรเดียนต์ที่ใช้ คือ Sobel Operator สามารถเปลี่ยนไปใช้แบบอื่นได้ขึ้นอยู่กับความละเอียดที่ต้องการในการคำนวณ

3. ประมาณค่าความหันเหของแต่ละบล็อกที่ตรงกลางของพิกัด (i, j) โดยใช้สมการต่อไปนี้

$$\nu_x(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} 2\partial_x(u, v)\,\partial_y(u, v)$$

$$\nu_y(i, j) = \sum_{u=i-\frac{w}{2}}^{i+\frac{w}{2}} \sum_{v=j-\frac{w}{2}}^{j+\frac{w}{2}} \left(\partial_x^2(u, v) - \partial_y^2(u, v)\right)$$

$$O(i, j) = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{\nu_y(i, j)}{\nu_x(i, j)}\right)$$

โดยที่ $O(i, j)$ คือ Least Square Estimate ของความหันเหเส้นลายนิ้วมือเฉพาะส่วนตรงกลางบล็อกของพิกัด (i, j)

4. ทำการกำจัดสัญญาณรบกวนในรูป และแสดงความหันเหของเส้นลายนิ้วมือ (Orientation Field) โดยใช้การกรองแบบโลพาส แต่จำเป็นต้องแปลงความหันเหของเส้นลายนิ้วมือให้เป็นคอนทินิวอัส เวคเตอร์ ฟิลด์ (Continuous Vector Field) โดยใช้สมการ ดังนี้

$$\Phi_x(i, j) = \cos(2O(i, j))$$

และ

$$\Phi_y(i, j) = \sin(2O(i, j))$$

แล้วทำโลพาส ฟิวเตอร์ริง โดยใช้สมการดังนี้

$$\Phi'_x(i, j) = \sum_{u=-\frac{w_\Phi}{2}}^{\frac{w_\Phi}{2}} \sum_{v=-\frac{w_\Phi}{2}}^{\frac{w_\Phi}{2}} W(u, v)\cdot\Phi_x(i-uw, j-vw)$$

และ

$$\Phi'_y(i, j) = \sum_{u=-\frac{w_\Phi}{2}}^{\frac{w_\Phi}{2}} \sum_{v=-\frac{w_\Phi}{2}}^{\frac{w_\Phi}{2}} W(u, v)\cdot\Phi_y(i-uw, j-vw)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ W คือ การกรองแบบโลพาส 2 มิติ (Two Dimensional Lowpass Filter) หลังจากนั้นก็จะคำนวณหาความหันเหเส้นลายนิ้วมือที่ไม่มีสัญญาณรบกวน (Smoothed Orientation Field)

$$O'(i,\ j) = \frac{1}{2}\tan^{-1}\left(\frac{\Phi'_y(i,\ j)}{\Phi'_x(i,\ j)}\right)$$

5. คำนวณค่าเฉพาะส่วนประกอบไซน์ (Sine Component) ของ O' ดังนี้

$$\varepsilon(i,\ j) = \sin(O'(i,\ j))$$

6. กำหนดค่า A คือ รูปที่ใช้เป็นตัวบ่งชี้จุดอ้างอิง

7. $A(i,\ j) = \sum_{R_I}\varepsilon(i,\ j) - \sum_{R_{II}}\varepsilon(i,\ j)$

8. หาค่าสูงสุดของ A และกำหนดพิกัดดังกล่าวให้เป็นจุดอ้างอิง

9. ทำซ้ำตั้งแต่ขั้นตอน 1-8 โดยใช้ขนาดวินโดวส์ (Windows) $w \times w$ ให้มีขนาดเล็กลงเป็นลำดับ โดยเริ่มต้นที่ w = 15 , w = 10 , w = 5 โดยในแต่ละครั้งที่ทำซ้ำจากครั้งแรกจะสนใจเฉพาะบล็อกที่อยู่ติดกับบล็อกที่จุดอ้างอิง (9 บล็อก) เท่านั้น

3.6.2 การกรองสัญญาณรบกวนในภาพลายนิ้วมือ (Filtering)

3.6.2.1 การแบ่งรูปออกเป็นเซ็คเตอร์ (Divide Image in Sector)

หลังจากที่ได้จุดอ้างอิงแล้วเราจะทำการตัดเอาเฉพาะส่วนของรูปที่เราสนใจ โดยจะใช้จุดอ้างอิงเป็นจุดศูนย์กลางแล้วกำหนดรัศมีของบริเวณที่เราสนใจ แล้วตัดเป็นวงกลม จากนั้นทำการแบ่งรูปที่ได้ออกเป็นเซ็คเตอร์ต่างๆ โดยจะแบ่งเป็น 80 เซ็คเตอร์
โดยใช้สมการ ดังนี้

$$S_i = \{(x,\ y) \mid b(T_i + 1) \le r \le b(T_i + 2),\ \theta_i \le \theta \le \theta_{i+1},\ 1 \le x \le N,\ 1 \le y \le M\}$$

$$T_i = i\ div\ k$$

$$\theta_i = (i\ \bmod\ k) \times (2\pi/k)$$

$$r = \sqrt{(x - x_c)^2 + (y - y_c)^2}$$

$$\theta = \tan^{-1}((y - y_c)/(x - x_c))$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.2 การนอมอไลซ์แต่ละเซ็คเตอร์ (Normalize Sector)

เป็นกระบวนการที่ทำเพื่อกำจัดปัญหาของการกดนิ้วลงบนแผ่นสแกน ด้วยน้ำหนักที่ต่างกัน ซึ่งเป็นผลให้มีความผิดพลาดในการแปลงรูปให้เป็นขาว-ดำ และมีความผิดพลาดของรูปที่ได้รับมาจากเซ็นเซอร์ โดยทำการนอมอไลซ์ในแต่ละเซ็คเตอร์ที่ได้แบ่งแล้ว ดังสมการต่อไปนี้

$$N_i(x, y) = \begin{cases} M_o + \sqrt{\dfrac{V_o \times (I(x, y) - M_i)^2}{V_i}}, & if\ I(x, y) > M_i \\ M_o - \sqrt{\dfrac{V_o \times (I(x, y) - M_i)^2}{V_i}}, & otherwise \end{cases}$$

M_o คือ ค่าเฉลี่ย ≈ 100

V_o คือ ค่าความเบี่ยงเบน ≈ 100

$I(x, y)$ คือ ค่าของรูปลายนิ้วมือที่เป็นขาว-ดำ ณ พิกัด (x, y)

$N_i(x, y)$ คือ ค่าที่ทำการนอมอไลซ์แล้วรูปลายนิ้วมือที่เป็นขาว-ดำ ณ พิกัด (x, y)

3.6.2.3 การกรอง (Filtering)

คือการใช้ตัวกรองแบบเกเบอร์มาทำการกรองรูปภาพที่ผ่านการนอมอไลซ์มาแล้ว เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนต่างๆ และแบ่งรูปออกเป็นบริเวณต่างๆ ตามขอบเขตของมุมที่สนใจโดยจะแบ่งออกเป็น 8 ทิศทางด้วยกัน โดยใช้สมการ ตัวกรองแบบเกเบอร์ ดังต่อไปนี้

$$G(x, y; f, \theta) = \exp\left\{-\frac{1}{2}\left[\frac{x'^2}{\delta_{x'}^2} + \frac{y'^2}{\delta_{y'}^2}\right]\right\} \cos(2\pi f x')$$

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

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

f = ความถี่ของคลื่นในทิศทาง θ จากแกน x

$\delta_{x'}$, $\delta_{y'}$ = ค่าคงที่ของ เกาส์เซียน เอ็นเวลล็อบ (Gaussian Envelop) ตาม x' และ y' $\approx$ 4.0 (ประมาณครึ่งหนึ่งของค่าเฉลี่ย ของระยะห่างระหว่างเส้นลายนิ้วมือ)

$f \approx$ ค่าเฉลี่ยของความถี่เส้นลายนิ้วมือ (Average Ridge Frequency) $= \dfrac{1}{K}$

K คือ ค่าเฉลี่ยของระยะห่างระหว่างเส้นลายนิ้วมือ (Average Inter – ridge Distance) โดยในโครงงานนี้ใช้ค่า K = 10

$$\theta \in \{0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ, 157.5^\circ\}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.6.2.4 การคำนวณหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลายนิ้วมือ

หลังจากที่เราใช้ตัวกรองเกเบอร์บนรูปลายนิ้วมือแล้วผลลัพธ์ที่ได้ คือความแตกต่างของการปรับตัวที่ทิศทางแตกต่างกัน โดยเราจะได้อาเรย์ของขนาด (Array of Magnitude) ดังสมการนี้

$$E_{(m,n)} = \sum_x \sum_y | G_{mn}(x,y) |$$

เมื่อ m = 0, 1,..., M-1 ; N = 0, 1, ..., N-1

โดยที่ G_{mn} คือค่าของรูปลายนิ้วมือที่ได้ผ่านตัวกรองเกเบอร์ในแต่ละทิศทางรวมทั้งหมด 8 ทิศทางซึ่งค่าของขนาด (Magnitude) เหล่านี้ประกอบไปด้วยความแตกต่างของการปรับทิศทางของลายนิ้วมือ จุดประสงค์หลักของการกอบกู้พื้นผิวภาพพื้นฐาน (Texture-based Retrieval) ก็เพื่อที่จะค้นหารูปภาพที่มีองค์ประกอบคล้ายกัน หรือค้นหาบริเวณที่มีความคล้ายคลึงกันของพื้นผิว ซึ่งมันเป็นการคาดคะเนภาพที่เรากำลังสนใจ โดยที่ค่าเฉลี่ยของลายนิ้วมือที่ผ่านตัวกรองเกเบอร์แล้ว คือ μ_{mn} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดที่ได้จากการแปลงสัมประสิทธิ์คือ σ_{mn} โดยตัวแปรทั้งหมดนี้แทนการดึงองค์ประกอบของบริเวณที่พื้นผิวเป็นเนื้อเดียว และนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานที่ได้ของแต่ละคนเก็บไว้ในฐานข้อมูลด้วย

$$\mu_{mn} = \frac{E(m,n)}{P \times Q}$$

$$\sigma_{mn} = \frac{\sqrt{\sum_x \sum_y (| G_{mn}(x,y) - \mu_{mn})^2}}{P \times Q}$$

3.6.3 การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์หรือค่าฟิงเกอร์โค้ด (Compute A.A.D. Feature)

เป็นการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละเซ็คเตอร์ เพื่อเป็นค่าตัวแทนในเซ็คเตอร์นั้นๆ แล้วประกอบกันทั้ง 8 ทิศทางๆ ละ 80 เซ็คเตอร์ เป็นฟิงเกอร์โค้ด (FingerCode) โดยใช้สมการดังต่อไปนี้

หาค่าตัวแทนในแต่ละเซ็คเตอร์ ($V_{i\theta}$) จากสมการ

$$V_{i\theta} = \frac{1}{n_i}\left(\sum_{n_i} \left| F_{i\theta}(x, y) - P_{i\theta} \right| \right)$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$V_{i\theta}$ คือ ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ ซึ่งได้มาจากค่าเฉลี่ย (Mean) ของแต่ละเซ็คเตอร์

$i \in \{0, 1,..., 79\}$

$\theta \in \{0^\circ, 22.5^\circ, 45^\circ, 67.5^\circ, 90^\circ, 112.5^\circ, 135^\circ, 157.5^\circ\}$

$F_{i\theta}(x, y)$ = ค่า ณ พิกัด(x , y) ในทิศทาง θ ของเซ็คเตอร์ S_i (θ- direction filtered image for sector S_i)

n_i = จำนวนพิกัดจุดทั้งหมดในเซ็คเตอร์นั้นๆ (S_i)

$P_{i\theta}$ = ค่าเฉลี่ยของพิกัด (Mean of Pixel Values) ของ $F_{i\theta}(x, y)$ ในเซ็คเตอร์นั้นๆ (S_i)

3.6.4 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ (Matching)

เป็นการนำเอาค่าฟีงเกอร์โค้ดที่ได้มาเทียบความเหมือนกันกับฟีงเกอร์โค้ดในฐานข้อมูล เพื่อหาฟีงเกอร์โค้ดที่ใกล้เคียงที่สุด แล้วตรวจสอบว่าใกล้เคียงพอหรือไม่ที่จะระบุว่าเป็นลายนิ้วมือเดียวกัน โดยเทียบฟีงเกอร์โค้ดกันแบบเซ็คเตอร์ต่อเซ็คเตอร์ของทั้ง 8 รูปๆ ละ 80 ค่ากับข้อมูลในฐานข้อมูลแล้วนำค่าที่ได้น้อยที่สุดไปเปรียบเทียบกับค่าเทรชโฮล (Threshold) ที่ตั้งไว้ว่าจะต้องไม่เกิน 4.0 ถ้าน้อยกว่าก็แปลว่าเจอบุคคลนั้นๆ ในฐานข้อมูล

ในองค์ประกอบของเวคเตอร์ f นี้แสดงถึงการแสดงออกของพื้นผิว (Texture Representation) โดยที่สร้างมาจากค่าเฉลี่ยของขนาด μ_{mn} และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของขนาดที่ได้จากการเปลี่ยนแปลงสัมประสิทธิ์ σ_{mn} ให้เป็นส่วนประกอบของลักษณะเด่น ยกตัวอย่าง เช่น มี 8 ค่าการปรับทิศทาง เพราะฉะนั้นเราจะได้องค์ประกอบของเวคเตอร์ f ดังนี้

$$f = (\mu_{00}, \sigma_{00}, \mu_{01}, \sigma_{01}, \ldots\ldots\ldots \mu_{07}, \sigma_{07})$$

ในการวัดความคล้ายคลึงขององค์ประกอบบนพื้นผิวภาพที่เข้ามาทำการตรวจสอบโดยกำหนดให้เป็น Q และเป้าหมายของภาพที่ต้องการตรวจสอบค้นหาในฐานข้อมูลเป็น T โดยมีสมการดังนี้

$$D(Q,T) = \sum_m \sum_n d_{mn}(Q,T)$$

เมื่อค่าระยะห่าง (Distance) คือ

$$d_{mn} = \sqrt{(\mu_{mn}^Q - \mu_{mn}^T)^2 - (\sigma_{mn}^Q - \sigma_{mn}^T)^2}$$

เราสามารถนำค่าระยะห่างมาใช้วัดได้ว่าภาพทั้งสองภาพมีความคล้ายคลึงกันมากน้อยเพียงใดได้โดยการกำหนดค่าความคล้ายคลึงกันว่ารายละเอียดของลายนิ้วมือกับข้อมูลในฐานข้อมูลต้องมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ความคล้ายคลึงกัน เพียงใด โดยค่าที่เลือกใช้คือ 94 % ซึ่งได้มาจากการทดลอง โดยสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ 4.3

และค่าเทรชโฮลที่ใช้นั้นนำมาจากการทดลอง ซึ่งสามารถดูได้จากหัวข้อ 4.2 โดยการหาอัตราการเปรียบเทียบความเหมือนกัน (Matching Rate) ซึ่งหาได้จากค่าความแตกต่างของค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ ($V_{i\theta}$) ที่หาได้ กับค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ที่เก็บไว้ในฐานข้อมูล ($V'_{i\theta}$) ในแต่ละชุดของลายนิ้วมือที่ได้ทำการลงทะเบียนไว้ โดยหาได้จากสมการ

$$Matching\ Rate = \frac{\sum_{n_i} \left| \left(V'_{i\theta} - V_{i\theta} \right) / \left(V'_{i\theta} + V_{i\theta} \right) \right|}{n_i} \times 100$$

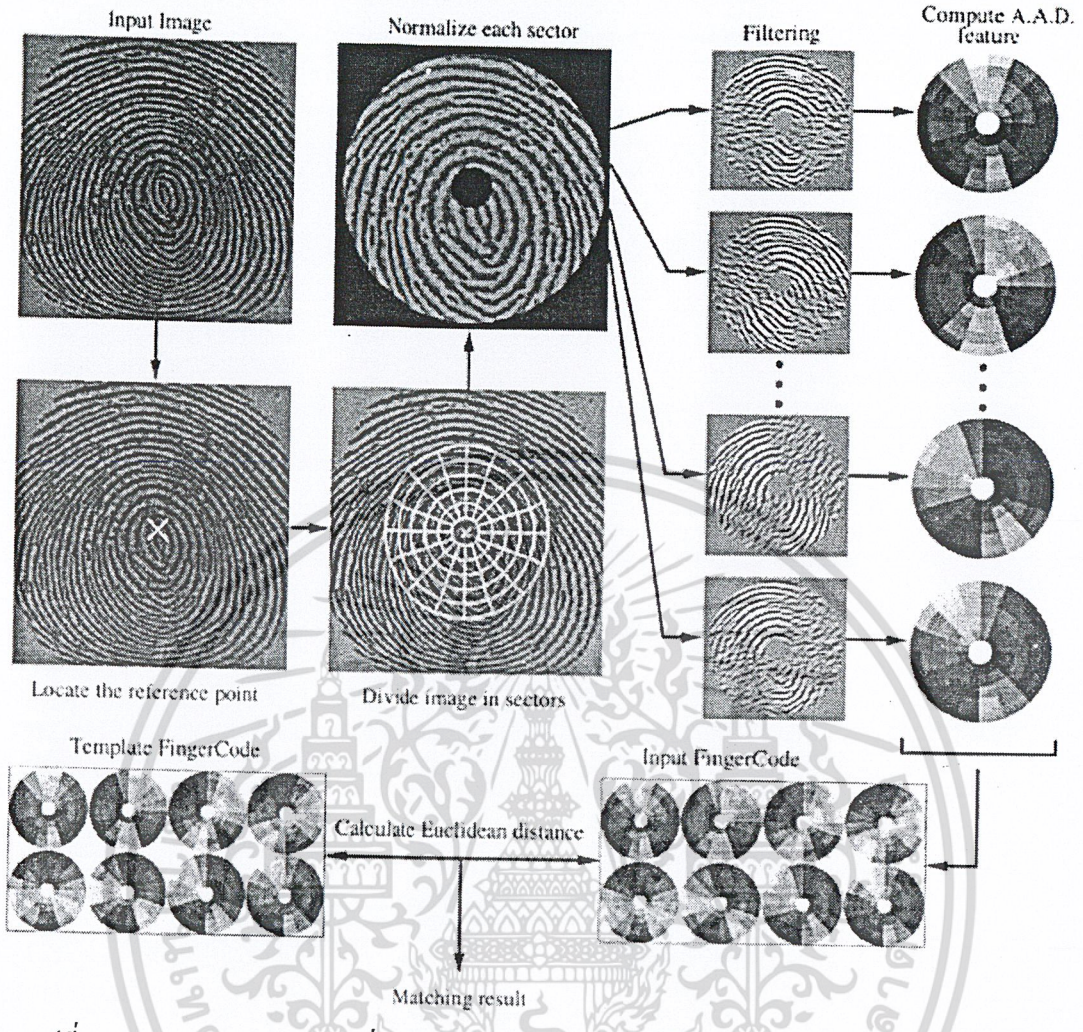
เมื่อ n_i = จำนวนของค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ทุกค่าของลายนิ้วมือ 1 คน ซึ่งเท่ากับ 640 ค่า

$i = \{0, 1, 2, ..., 79\}$

$\theta = \{0°, 22.5°, 45°, 67.5°, 90°, 112.5°, 135°, 157.5°\}$

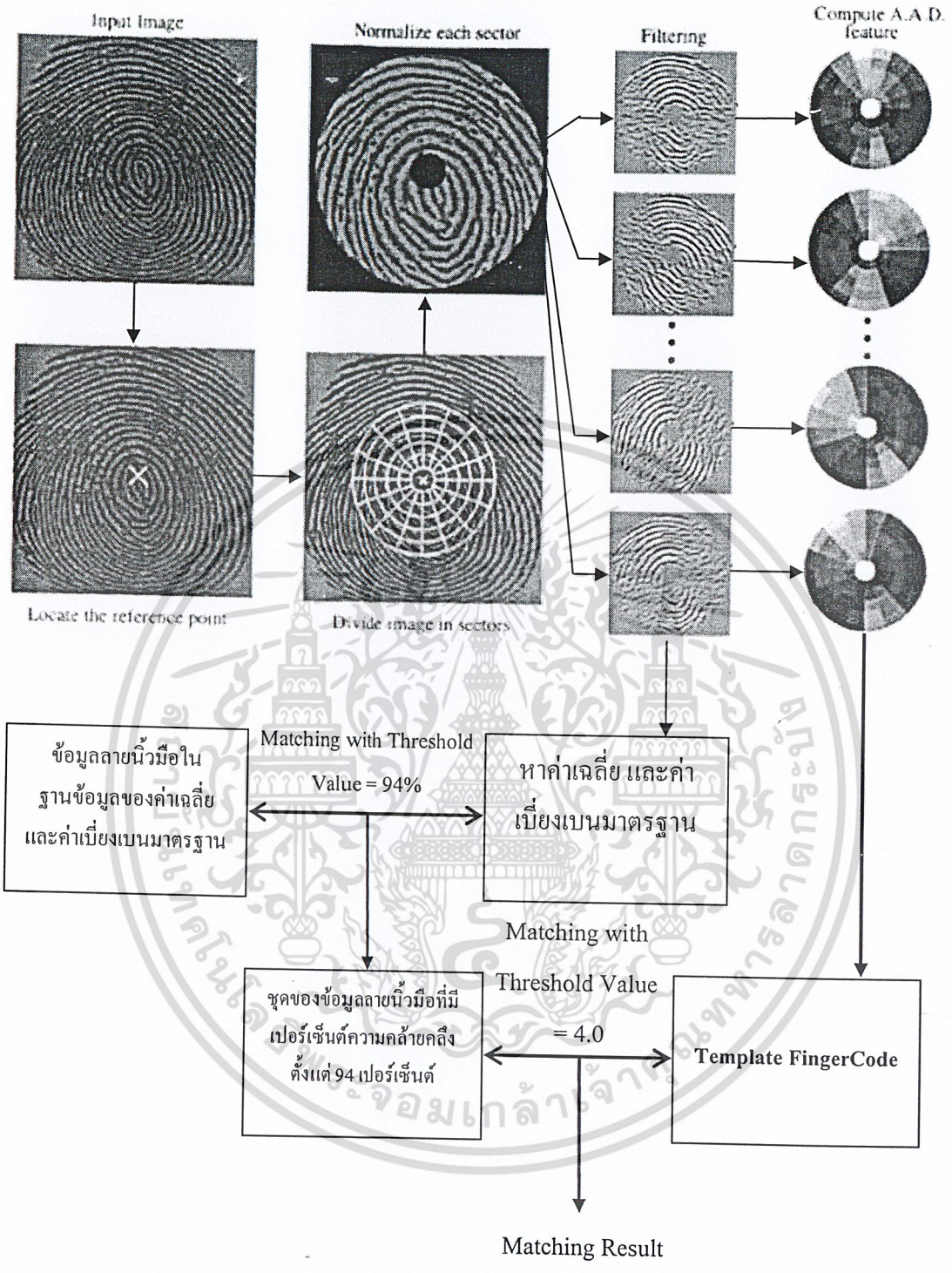
โดยในฐานข้อมูลจะมีข้อมูลลายนิ้วมือของบุคคลคนหนึ่ง อยู่คนละ 3 ลายนิ้วมือ เมื่อได้ค่าอัตราการเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือทั้ง 3 แล้ว ก็จะเปรียบเทียบว่าค่าที่ได้มา ค่าใดเป็นค่าที่น้อยที่สุด แล้วจึงใช้ค่านั้นมาเป็นตัวแทนเปรียบเทียบกับของบุคคลคนอื่นๆ อีก ซึ่งค่าอัตราการเปรียบเทียบความเหมือนกันส่วนใหญ่ที่สามารถระบุบุคคลได้ถูกต้องจะมีค่าไม่เกิน 4.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-5 ลักษณะตัวอย่างของผลที่เกิดจากการทำงานตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมตรวจสอบ และเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ สำหรับอัลกอริทึม ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3-6 ลักษณะตัวอย่างของผลที่เกิดจากการทำงานตามลำดับขั้นตอนของโปรแกรมตรวจสอบ และเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ สำหรับอัลกอริทึม ข.

โดยที่ความแตกต่างระหว่างอัลกอริทึม ก. กับอัลกอริทึม ข. คือ อัลกอริทึม ก. จะใช้หลักการทำงานในการเปรียบเทียบความเหมือนกัน แต่อัลกอริทึม ข. จะนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลายนิ้วมือหลังจากผ่านตัวกรองเกเบอร์ มาช่วยในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลายนิ้วมือที่มีอยู่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในฐานข้อมูล โดยทำการแยกเฉพาะลายนิ้วมือที่มีความใกล้เคียงกับลายนิ้วมือที่ต้องการตรวจสอบที่มีค่ามากกว่า 94% ออกมาครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบโดยใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 กับค่าฟิงเกอร์โค้ดอีกขั้นตอนหนึ่ง

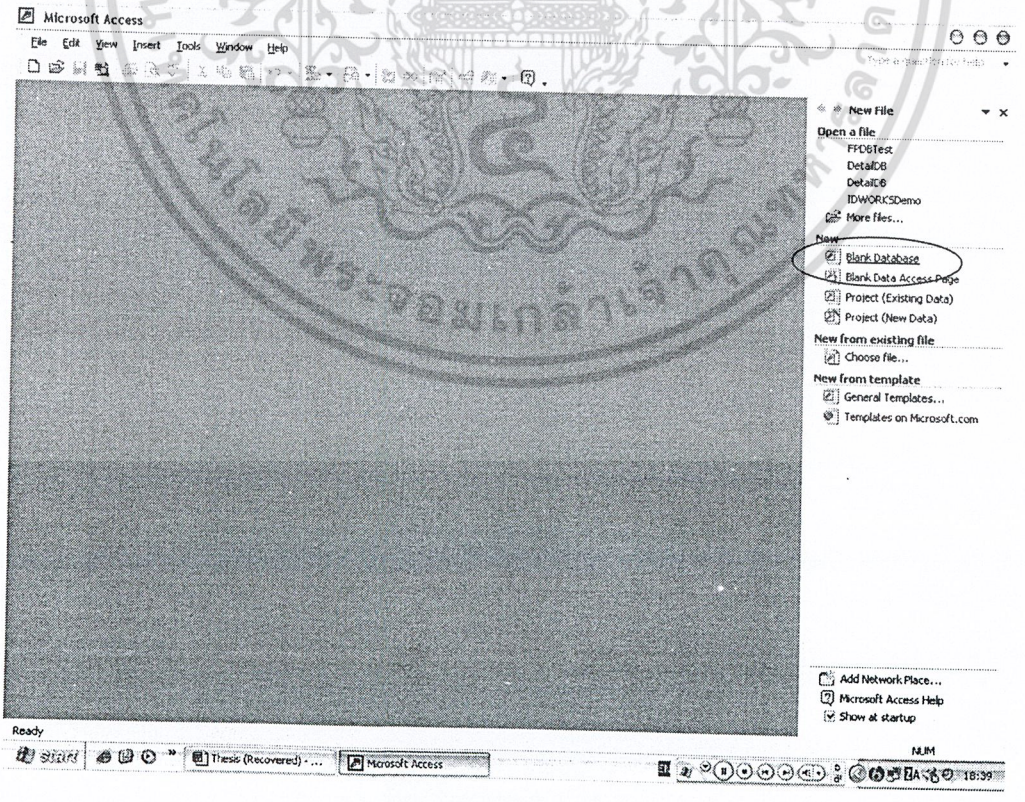
3.7 การสร้างฐานข้อมูล

เนื่องจากฐานข้อมูลได้แบ่งการเก็บข้อมูลออกเป็น 4 ฐานข้อมูล ซึ่งการสร้างฐานข้อมูลที่ใช้เก็บในข้อมูลแต่ละฐานข้อมูล คือ

3.7.1 ฐานข้อมูลไฟล์ Text จะถูกสร้างขึ้นมา 3 ฐานข้อมูล เพื่อเก็บค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ หรือค่าฟิงเกอร์โค้ด, ค่าเฉลี่ยและค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานหลังจากการคำนวณหาค่าต่างๆ ได้แล้ว โดยก่อนที่จะทำการบันทึกข้อมูล โปรแกรมจะทำการตรวจสอบก่อนว่า ได้เคยสร้างฐานข้อมูลนี้ไว้แล้วหรือยัง ถ้าเคยสร้างฐานข้อมูลนี้ไว้แล้ว ก็จะบันทึกค่าลงฐานข้อมูล ต่อจากข้อมูลที่เคยได้บันทึกไว้ก่อนหน้านี้ แต่ถ้ายังไม่เคยสร้างฐานข้อมูลนี้มาก่อน ก็จะสร้างฐานข้อมูลขึ้นมาใหม่ แล้วบันทึกค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ที่คำนวณมาได้ลงไป

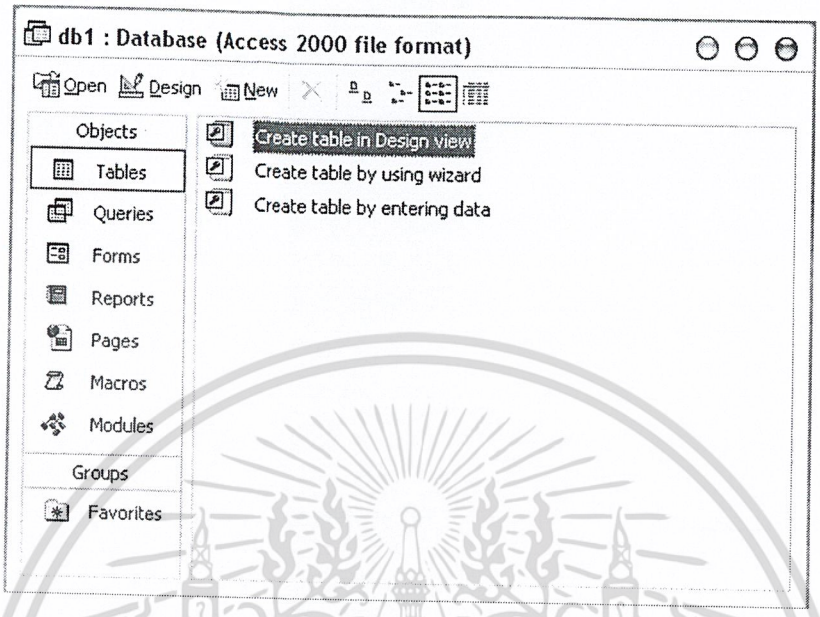
3.7.2 ฐานข้อมูลที่ใช้เก็บข้อมูลส่วนบุคคล ที่เป็นฐานข้อมูลแอ็คเซส จะต้องสร้างไว้ก่อนที่จะใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยจำเป็นต้องใช้โปรแกรม Microsoft Access ในการสร้าง โดยมีขั้นตอนหลังจากเปิดโปรแกรม Microsoft Access ดังนี้

1.เลือก Blank Database ที่เป็น Tab ด้านขวามือ

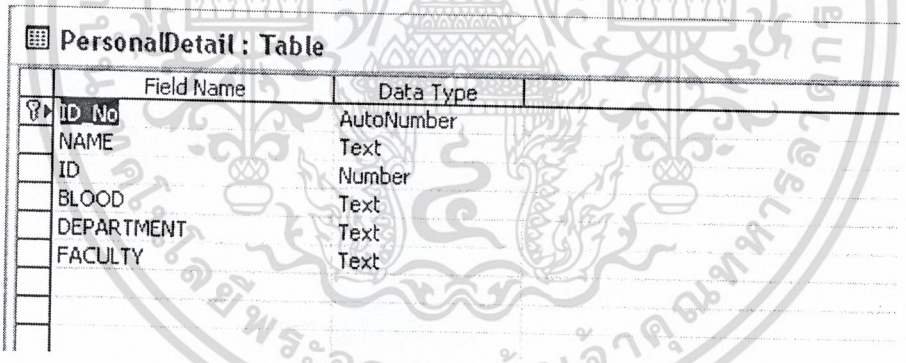


เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

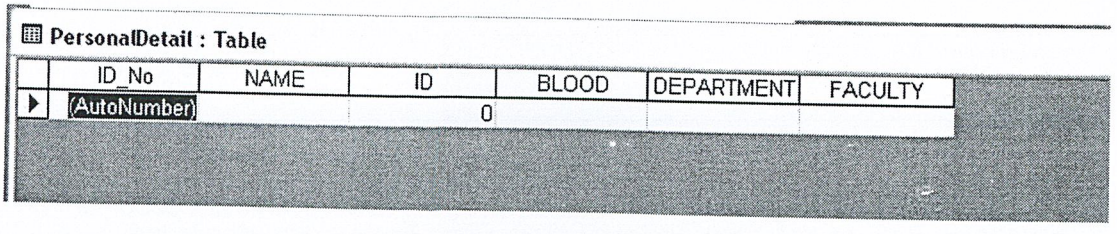
2.หลังจากตั้งชื่อของฐานข้อมูลแล้ว ก็จะต้องออกแบบฐานข้อมูล โดยเลือก Create table in Design view



3.จากนั้นให้ใส่ข้อมูล ดังนี้



4.ก็จะได้ฐานข้อมูลตามที่ต้องการ



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ผลการทดลอง และการทดสอบ

4.1 การเปรียบเทียบอัลกอริทึมที่จะนำมาใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ

โดยที่ความแตกต่างระหว่างอัลกอริทึม ก. กับอัลกอริทึม ข. คือ อัลกอริทึม ก. จะใช้หลักการทำงานในการเปรียบเทียบความเหมือนกัน โดยสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ 3.6.4 แต่อัลกอริทึม ข. จะนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานของลายนิ้วมือหลังจากผ่านตัวกรองเกเบอร์ โดยสามารถศึกษาได้จากหัวข้อ 3.6.2.4 มาช่วยในการเปรียบเทียบความคล้ายคลึงกันของลายนิ้วมือที่มีอยู่ในฐานข้อมูล โดยทำการแยกเฉพาะลายนิ้วมือที่มีความใกล้เคียงกับลายนิ้วมือที่ต้องการตรวจสอบที่มีค่ามากกว่า 94% ออกมาครั้งหนึ่งก่อนที่จะนำไปเปรียบเทียบโดยใช้ค่าฟิงเกอร์โค้ดอีกขั้นตอนหนึ่ง ซึ่งทำการทดลองโดยให้ผู้ทดลอง 19 คน มาสแกนลายนิ้วมือคนละ 4 ครั้ง ทำให้ได้ 76 รูปลายนิ้วมือ แล้วนำรูปลายนิ้วมือที่ได้มาเป็นอินพุตของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยมีกรณีของการทดลองซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กรณี คือ

ก. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือของบุคคลคนนั้น

ข. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ แต่ไม่ใช่ของบุคคลคนนั้น

ค. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

ง. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

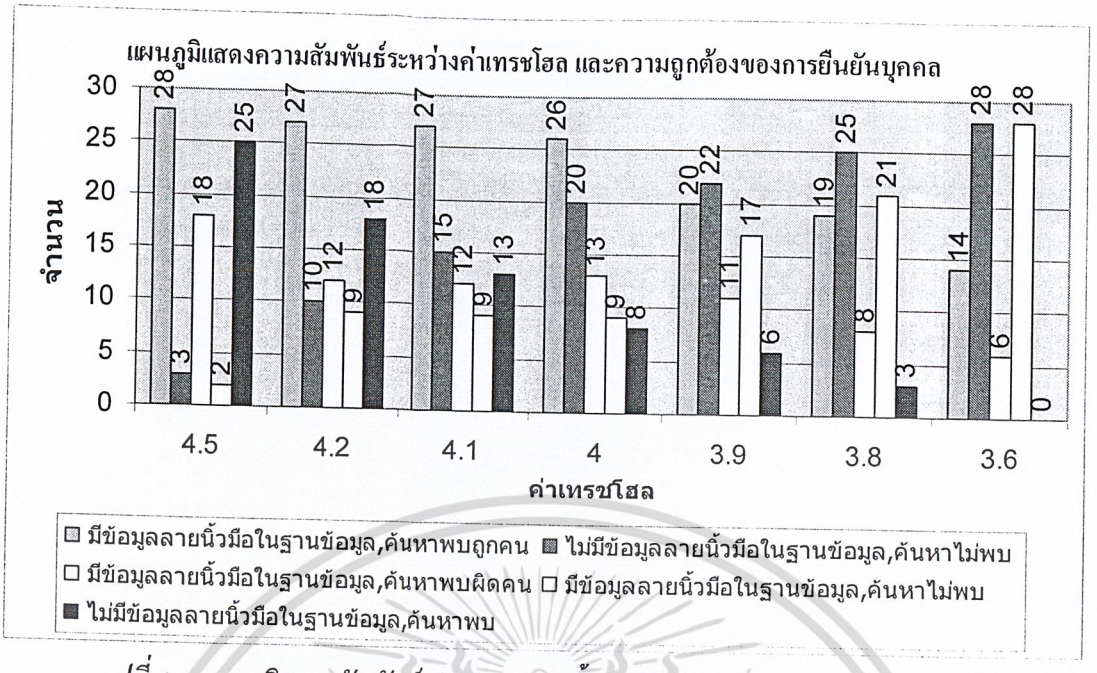
จ. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ

ได้ผลการทดลองดังนี้

ค่าเทรชโฮล	ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือ ของลายนิ้วมือที่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล			ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือ ของลายนิ้วมือที่ไม่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล	
	ค้นหาพบถูกคน	ค้าหาพบผิดคน	ค้นหาไม่พบ	ค้นหาพบ	ค้นหาไม่พบ
4.5	28	18	2	25	3
4.2	27	12	9	18	10
4.1	27	12	9	13	15
4	26	13	9	8	20
3.9	20	11	17	6	22
3.8	19	8	21	3	25
3.6	14	6	28	0	28

ตารางที่ 4-1 แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดของอัลกอริทึม ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

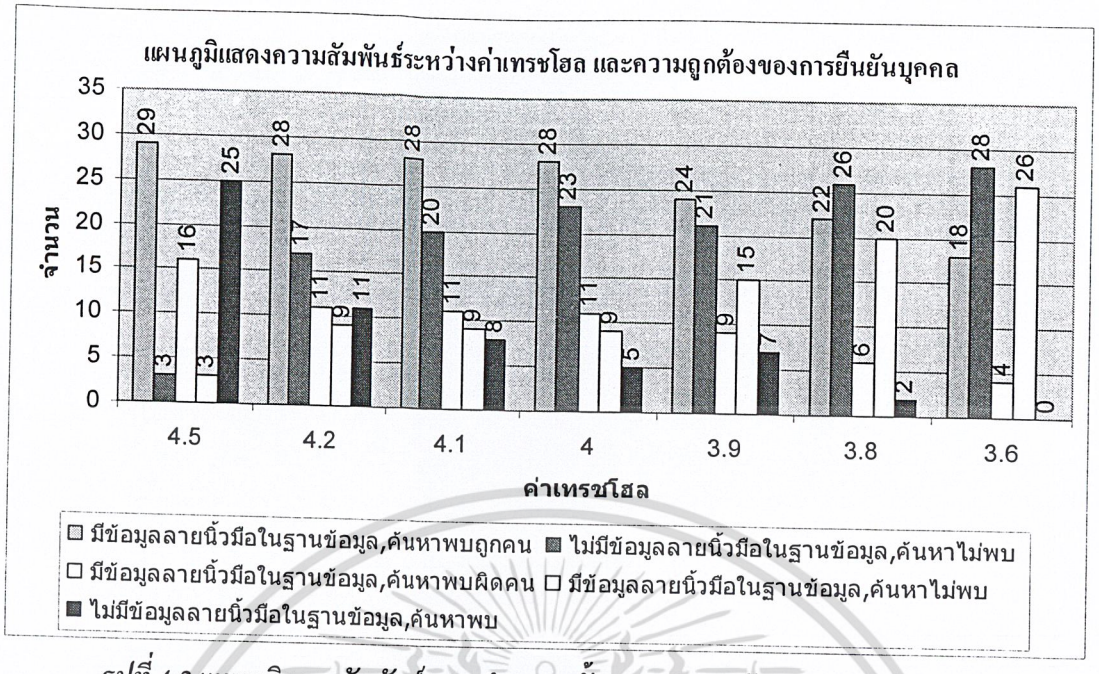


รูปที่ 4-1 แผนภูมิความสัมพันธ์แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาด แยกเป็นกรณี ของอัลกอริทึม ก.

ค่าเทรชโฮล	ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือ ของลายนิ้วมือที่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล			ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือของลายนิ้วมือที่ไม่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล	
	ค้นหาพบถูกคน	ค้าหาพบผิดคน	ค้นหาไม่พบ	ค้นหาพบ	ค้นหาไม่พบ
4.5	29	16	3	25	3
4.2	28	11	9	11	17
4.1	28	11	9	8	20
4	28	11	9	5	23
3.9	24	9	15	7	21
3.8	22	6	20	2	26
3.6	18	4	26	0	28

ตารางที่ 4-2 แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดของอัลกอริทึม ข.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-2 แผนภูมิความสัมพันธ์แสดงจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาด แยกเป็นกรณี ของอัลกอริทึม ข.

จากตารางที่ 4-1 และ 4-2 จะเป็นการเปรียบเทียบจำนวนครั้งของความถูกต้อง และความผิดพลาดของอัลกอริทึม ก. และ ข. ซึ่งจะเห็นได้ว่าจำนวนครั้งของความถูกต้องในการยืนยันบุคคลเมื่อใช้อัลกอริทึม ข. จะสูงกว่าการใช้อัลกอริทึม ก. โดยสามารถสังเกตได้ง่ายๆ จากรูปที่ 4-1 และ 4-2 จึงเลือกใช้อัลกอริทึม ข. เป็นโปรแกรมในการตรวจสอบ และยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือในโครงงานนี้

4.2 การหาค่าเทรชโฮลของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ

เนื่องจากโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ จำเป็นที่จะต้องใช้ค่าๆ หนึ่ง เป็นค่าเทรชโฮล เพื่อที่จะทำให้สามารถตรวจสอบลายนิ้วมือของบุคคลแต่ละคนได้ถูกต้อง ซึ่งการใช้ค่าเทรชโฮลนั้นได้นำมาจากการทดลองหลายๆ ครั้ง โดยในขั้นแรกจะทำการกำหนดค่าเทรชโฮลที่นำมาทดลอง โดยกำหนดให้เท่ากับ 4.5, 4.2, 4.1, 4.0, 3.9, 3.8 และ 3.6 จากนั้นจึงนำคน 19 คน มาทดสอบการสแกนลายนิ้วมือ โดยให้สแกนลายนิ้วมือคนละ 4 ครั้ง ได้ผลการทดลองมาทั้งหมด 76 ลายนิ้วมือ จากนั้นนำค่าที่ได้มาพิจารณาเพื่อหาค่าเทรชโฮลที่จะนำไปใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ จากค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ดีที่สุด โดยมีกรณีของการทดลองซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กรณี คือ

ก. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือของบุคคลคนนั้น

ข. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ แต่ไม่ใช่ของบุคคลคนนั้น

ค. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

ง. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

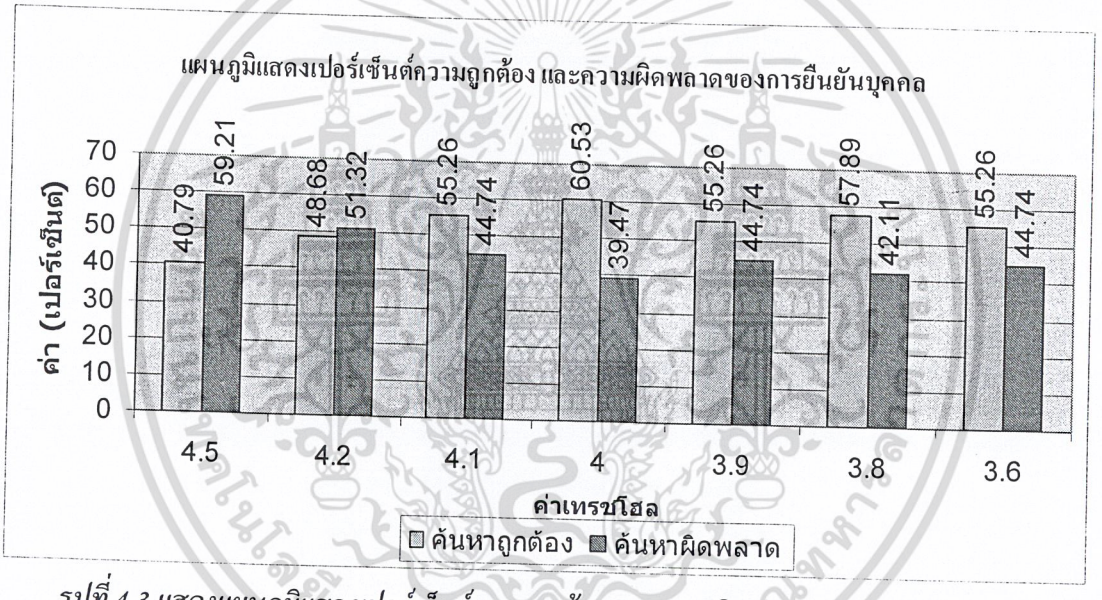
จ. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเทรชโฮล	ค้นหาถูกต้อง	ค้นหาผิดพลาด
4.5	40.78947	59.21053
4.2	48.68421	51.31579
4.1	55.26316	44.73684
4	60.52632	39.47368
3.9	55.26316	44.73684
3.8	57.89474	42.10526
3.6	55.26316	44.73684

ตารางที่ 4-3 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ของการใช้ค่าเทรชโฮลที่แตกต่างกัน สำหรับอัลกอริทึม ก.

ตารางที่ 4-3 จะแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ซึ่งคำนวณจากผลลัพธ์ของการพิจารณากรณี ก. และกรณี ง. และแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ที่คำนวณจากผลลัพธ์ของการพิจารณากรณี ข., กรณี ค. และกรณี จ.



รูปที่ 4-3 แสดงแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการยืนยันบุคคล สำหรับอัลกอลิทึม ก.

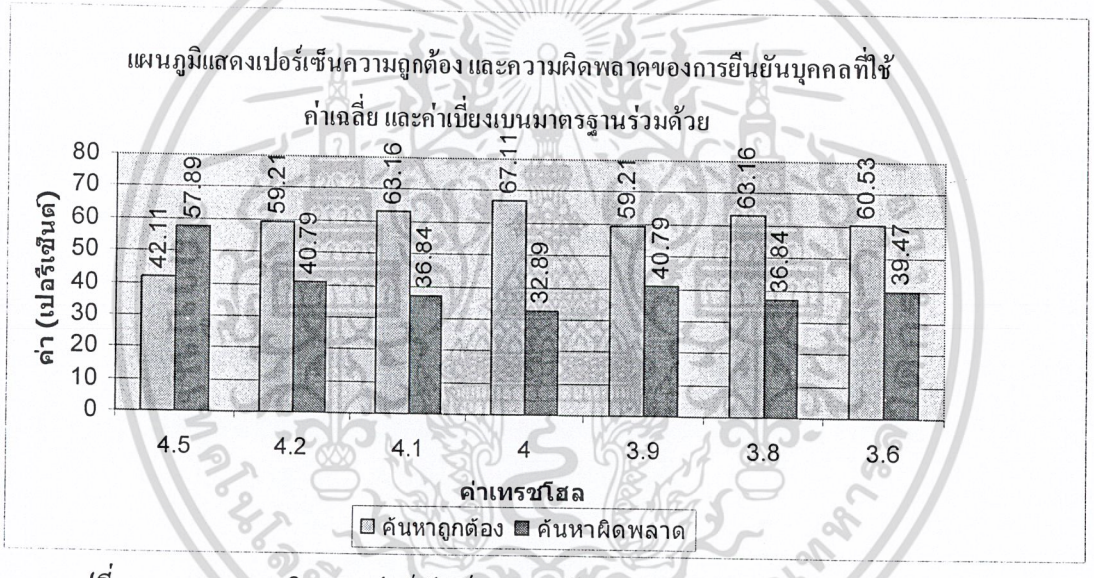
จากแผนภูมิ ดังแสดงโดยรูปที่ 4-3 จะเห็นว่า การใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 จะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องมากที่สุด และมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดน้อยที่สุดด้วย จึงเป็นค่าที่เหมาะสมในการนำค่า 4.0 มาใช้เป็นค่าเทรชโฮลในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือที่ใช้อัลกอริทึม ก.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าเทรชโฮล	ค้นหาถูกต้อง	ค้นหาผิดพลาด
4.5	42.10526	57.89474
4.2	59.21053	40.78947
4.1	63.15789	36.84211
4	67.10526	32.89474
3.9	59.21053	40.78947
3.8	63.15789	36.84211
3.6	60.52632	39.47368

ตารางที่ 4-4 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ของการใช้ค่าเทรชโฮลที่แตกต่างกัน สำหรับอัลกอริทึม ข.

จากตารางที่ จะเห็นว่าแม้แต่การใช้อัลกอริทึม ข. ก็มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการยืนยันบุคคล ซึ่งพิจารณาจากกรณี ก. และกรณี ง. และแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาด ที่คำนวณจากผลลัพธ์ของการพิจารณากรณี ข., กรณี ค. และกรณี จ. ซึ่งที่เหมาะสม เมื่อใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0



รูปที่ 4-4 แสดงแผนภูมิแสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการยืนยันบุคคล โดยใช้ค่าเฉลี่ย กับค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานร่วมด้วย สำหรับอัลกอริทึม ข.

จากตารางที่ 4-2 และรูปที่ 4-2 จะเห็นว่าในกรณีของบุคคลที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว เมื่อสแกนลายนิ้วมือเพื่อต้องการการยืนยันตัวบุคคล ปรากฏว่าถ้าใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 จะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถที่จะยืนยันตัวบุคคลได้มีความถูกต้องมากขึ้น และยังไม่ความผิดพลาดของการยืนยันตัวบุคคลผิดคน ลดต่ำลงอีกด้วย

และในกรณีของบุคคลที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว เมื่อสแกนลายนิ้วมือเพื่อต้องการการยืนยันตัวบุคคล ปรากฏว่าถ้าใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 จะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถที่จะยืนยันตัวบุคคล จะมีกรณีการยืนยันตัวบุคคลผิดคนลดลง แต่จะมีค่าของการตรวจสอบแล้วไม่พบเพิ่มสูงขึ้น ซึ่งในด้านการรักษาความปลอดภัยนั้น ถ้าโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือยืนยันตัวบุคคลแล้วไม่พบจะดีกว่าการยืนยันตัวบุคคลแล้วผิดคน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และในกรณีของบุคคลที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนลายนิ้วมือเพื่อต้องการการยืนยันตัวบุคคล ปรากฏว่าถ้าใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 จะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถที่จะยืนยันตัวบุคคลที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล แล้วไม่พบ สูงขึ้นมากกว่าการที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล แล้วเกิดการยืนยันผิดคน ซึ่งในด้านความปลอดภัยแล้ว จะเห็นว่าทำให้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือมีประสิทธิภาพมากขึ้น

โดยสามารถแสดงค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ของการใช้ค่าเทรชโฮลที่แตกต่างกัน ในอัลกอริทึม ข. ได้ตามตารางที่ 4-4 และแสดงเป็นแผนภูมิได้ดังรูปที่ 4-4 ซึ่งจะเห็นว่าค่าเทรชโฮลที่เหมาะสมจะนำมาใช้กับโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ มีค่าเท่ากับ 4.0 โดยค่าที่ได้ดังตารางที่ 4-4 นั้น ได้มาจากการทดลองตามขั้นตอนที่ได้กล่าวมาแล้วในตอนต้นของหัวข้อนี้

4.3 การหาค่าความคล้ายคลึงที่เหมาะสมกับอัลกอริทึม

เนื่องจากโครงงานนี้ ได้เลือกใช้อัลกอริทึม ข. เพื่อใช้ในโปรแกรมการตรวจสอบลายนิ้วมือ จึงจำเป็นที่จะต้องเลือกค่าความคล้ายคลึงให้มีความเหมาะสมกับอัลกอริทึมด้วย ซึ่งได้ทำการทดลองโดยใช้อัลกอริทึม ข. และค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 โดยเลือกค่าความคล้ายคลึงเท่ากับ 97, 94 และ 90 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งจะทดสอบในกรณีทุกๆ กรณีที่สามารถจะเกิดขึ้นได้ โดยการให้ผู้ใช้ 19 คน มาทำการสแกนลายนิ้วมือคนละ 4 ครั้ง ทำให้ได้รูปลายนิ้วมือ 76 ลายนิ้วมือ จากนั้นนำค่าที่ไปใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ โดยมีกรณีของการทดลองซึ่งแบ่งออกเป็น 5 กรณี คือ

ก. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือของบุคคลคนนั้น

ข. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ แต่ไม่ใช่ของบุคคลคนนั้น

ค. มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

ง. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว ไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือ

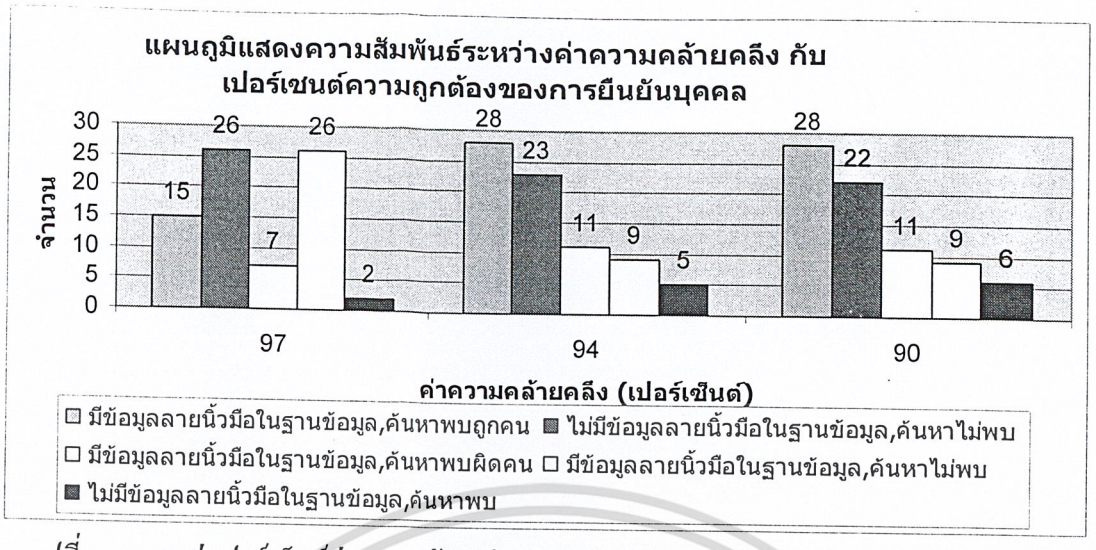
จ. ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อสแกนแล้ว พบข้อมูลลายนิ้วมือ

โดยได้ค่าจำนวนครั้งของแต่ละกรณี ในแต่ละค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความคล้ายคลึง ดังตารางที่ 4-5

ค่าความคล้ายคลึง (เปอร์เซ็นต์)	ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือ ของลายนิ้วมือที่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล			ผลการตรวจสอบลายนิ้วมือ ของลายนิ้วมือที่ไม่มีข้อมูลลายนิ้วมืออยู่ในฐานข้อมูล	
	ค้นหาพบถูกคน	ค้าหาพบผิดคน	ค้นหาไม่พบ	ค้นหาพบ	ค้นหาไม่พบ
97	15	7	26	2	26
94	28	11	9	5	23
90	28	11	9	6	22

ตารางที่ 4-5 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความคล้ายคลึงต่างๆ กันในการพิจารณากรณีต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

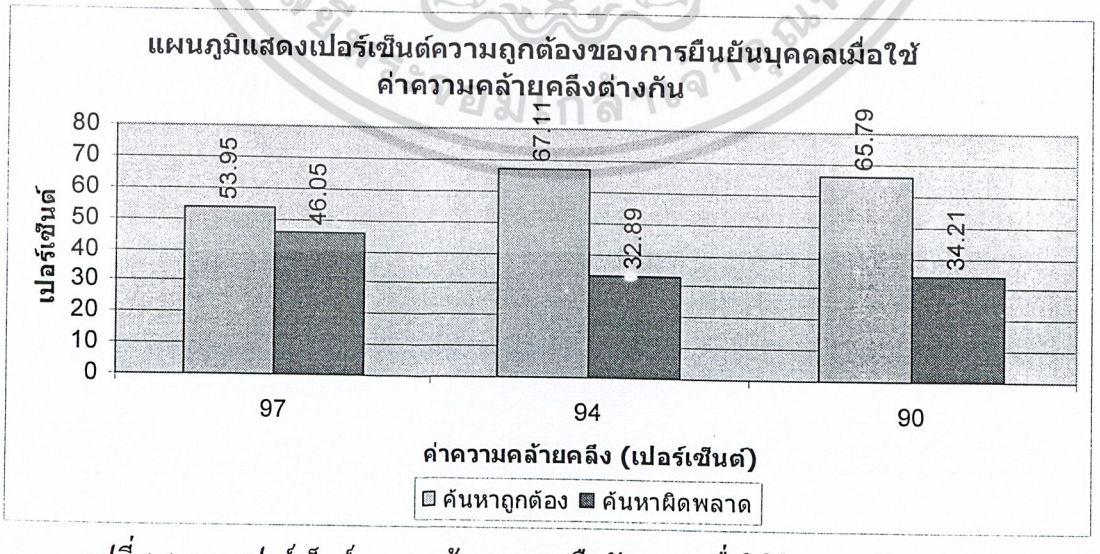


รูปที่ 4-5 แสดงค่าเปอร์เซ็นต์ค่าความคลาดเคลื่อน เป็นแผนภูมิเปรียบเทียบแต่ละกรณีของการพิจารณา

จากรูปที่ 4-5 จะนำค่าจากตารางที่ 4-5 มานำเสนอเป็นแผนภูมิแท่ง ซึ่งจะเห็นว่ากรณี ก. และ ง. ของการเลือกใช้ค่าเปอร์เซ็นต์ของค่าความคลาดเคลื่อนเท่ากับ 94 จะทำให้มีเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องสูงที่สุด

ค่าความคลาดเคลื่อน (เปอร์เซ็นต์)	ค้นหาถูกต้อง	ค้นหาผิดพลาด
97	53.94737	46.05263
94	67.10526	32.89474
90	65.78947	34.21053

ตารางที่ 4-6 แสดงค่าความคลาดเคลื่อนเป็นเปอร์เซ็นต์ เปรียบเทียบความถูกต้องและความผิดพลาดของการยืนยันบุคคล



รูปที่ 4-6 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการยืนยันบุคคลเมื่อใช่ค่าความคลาดเคลื่อนต่างๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4-6 จึงนำเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องที่ได้มาคิดคำนวณ ซึ่งได้ผลดังตาราง และนำค่าที่ได้มานำเสนอในรูปแบบแผนภูมิแท่งได้ดังรูปที่ 4-6 ซึ่งจะเห็นได้ว่า การใช้ค่าความคล้ายคลึงเท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์นั้นจะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ทำงานได้มีประสิทธิภาพของการยืนยันบุคคลแล้วได้ผลถูกต้อง หรือมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องสูงที่สุด และยังมีเปอร์เซ็นต์ของความผิดพลาดต่ำอีกด้วย

4.4 การหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ

เมื่อผู้ใช้สแกนลายนิ้วมือด้วยเครื่องสแกนลายนิ้วมือ โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือจะนำรูปภาพลายนิ้วมือ ซึ่งเป็นภาพสีเทาขนาด 256×256 พิกเซล ดังรูปที่ 4-7 มาทำการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ดังรูปที่ 4-8

รูปที่ 4-7 รูปลายนิ้วมือที่ได้รับมาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

รูปที่ 4-8 แสดงจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือที่หาได้

รูปที่ 4-9 แสดงจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือที่หาได้ แต่หาจุดอ้างอิงผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4-8 จะเห็นว่าที่จุดกากบาทจะเป็นจุดอ้างอิงที่ได้หาออกมาโดยโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งยังมีความคลาดเคลื่อนของจุดอ้างอิงอยู่บ้าง แต่รูปที่ 4-9 จะเป็นภาพเมื่อบุคคลสแกนลายนิ้วมือแล้วจุดอ้างอิงที่หาได้ ไปตกอยู่ในบริเวณที่ไม่สามารถหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือได้ ทำให้เกิดความผิดพลาดขึ้น

4.5 การหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ

ในการหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ทำโดยให้ผู้ทดลอง 19 คน ทำการสแกนลายนิ้วมือคนละ 4 ครั้ง ทำให้ได้รูปลายนิ้วมือออกมาทั้งหมด 76 รูป ลายนิ้วมือ แล้วนำรูปลายนิ้วมือใส่เป็นอินพุตให้แก่โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ แล้วสังเกตผลของการหาจุดอ้างอิงลายนิ้วมือ กับผลของการตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งได้ผลดังนี้

ค่าเปอร์เซ็นต์ของรูปลายนิ้วมือที่หาจุดอ้างอิงแล้วโปรแกรมสามารถตรวจสอบได้ถูกต้อง	ค่าเปอร์เซ็นต์ของรูปลายนิ้วมือที่หาจุดอ้างอิงแล้วโปรแกรมสามารถตรวจสอบได้ไม่ถูกต้อง
67.11	32.89

ตารางที่ 4-7 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงลายนิ้วมือ

จากตารางที่ 4-7 จะเห็นว่า โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือที่พัฒนาโดยการใช้อัลกอริทึม ข. จะมีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจสอบลายนิ้วมือได้ถูกต้องคิดเป็น 60.53 เปอร์เซ็นต์ และมีเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการตรวจสอบลายนิ้วมือคิดเป็น 39.47 เปอร์เซ็นต์

4.6 การหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ในกรณีที่ลายนิ้วมือมีการเอียง

ในการหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ ในกรณีที่ลายนิ้วมือมีการเอียง ทำโดยให้ผู้ทดลอง 2 คน ทำการสแกนลายนิ้วมือคนละ 16 ครั้ง โดยในแต่ละครั้งจะมีการเอียงนิ้วมือตามเข็มนาฬิกา และทวนเข็มนาฬิกา ไปเป็น 2, 4, 6, 8, 10, 12, 14 และ 16 องศา ตามลำดับ แล้วสังเกตผลของการหาจุดอ้างอิงลายนิ้วมือที่เอียง กับผลของการตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งได้ผลดังนี้

ค่าเปอร์เซ็นต์ของรูปลายนิ้วมือที่เอียงตามเข็มนาฬิกา แล้วนำไปให้โปรแกรมตรวจสอบ		ค่าเปอร์เซ็นต์ของรูปลายนิ้วมือที่เอียงทวนเข็มนาฬิกา แล้วนำไปให้โปรแกรมตรวจสอบ	
ได้ผลถูกต้อง	ได้ผลผิดพลาด	ได้ผลถูกต้อง	ได้ผลผิดพลาด
87.5	12.5	25	75

ตารางที่ 4-8 แสดงเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง และความผิดพลาดของการหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือในกรณีที่ลายนิ้วมือมีการเอียง

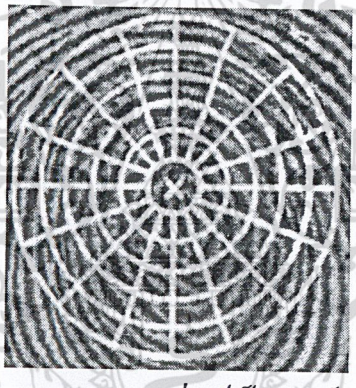
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากตารางที่ 4-8 จะเห็นว่า ในกรณีที่ผู้ใช้ทำการสแกนลายนิ้วมือ แล้วรูปลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกนมีลักษณะที่เบี่ยงเบนไป จะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือได้ถูกต้องถึง 87.5 เปอร์เซ็นต์ ถ้ารูปลายนิ้วมือเอียงในลักษณะตามเข็มนาฬิกา แต่ถ้ารูปลายนิ้วมือเอียงในลักษณะทวนเข็มนาฬิกาแล้ว จะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ตรวจสอบได้ถูกต้องเพียง 25 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น

ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องให้ผู้ใช้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ ทำการสแกนลายนิ้วมือ แล้วให้ได้รูปภาพลายนิ้วมือที่ค่อนข้างตรง หรือเบี่ยงเบนไปได้ไม่มากนัก จึงจะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือได้

4.7 การแบ่งรูปออกเป็นเซ็คเตอร์

หลังจากที่โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ได้หาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือแล้ว ก็จะทำการแบ่งรูปลายนิ้วมือ ออกเป็นเซ็คเตอร์ 80 เซ็คเตอร์ ดังรูปที่ 4-10 โดยใช้จุดอ้างอิงเป็นจุดศูนย์กลาง



รูปที่ 4-10 แสดงการแบ่งรูปเป็น 80 เซ็คเตอร์

รูปที่ 4-11 ผลลัพธ์หลังจากการแบ่งเป็น 80 เซ็คเตอร์

จากรูปที่ 4-11 จะได้พื้นที่ที่เราสนใจจำนวน 80 เซ็คเตอร์ ส่วนพื้นที่ที่เราไม่ได้สนใจ จะทำให้เป็นสีดำ ซึ่งเป็นการแทนค่าในระดับสีเทาให้มีค่าเป็น 0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.8 การทำนอมอไลซ์

หลังจากโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือได้ทำการแบ่งเซ็คเตอร์ ออกเป็น 80 เซ็คเตอร์แล้ว ก็จะนำรูปมาทำนอมอไลซ์ เพื่อเป็นการกำจัดผลกระทบของสัญญาณรบกวนของภาพ ซึ่งเกิดมาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ เนื่องจากน้ำหนักที่ใช้กดนิ้วมือ กับหน้าสัมผัสของเครื่องสแกนลายนิ้วมือไม่เท่ากัน ซึ่งจะได้ผลลัพธ์ของการทำนอมอไลซ์ ดังรูปที่ 4-12

รูปที่ 4-12 แสดงผลลัพธ์หลังจากการนอมอไลซ์รูปลายนิ้วมือ

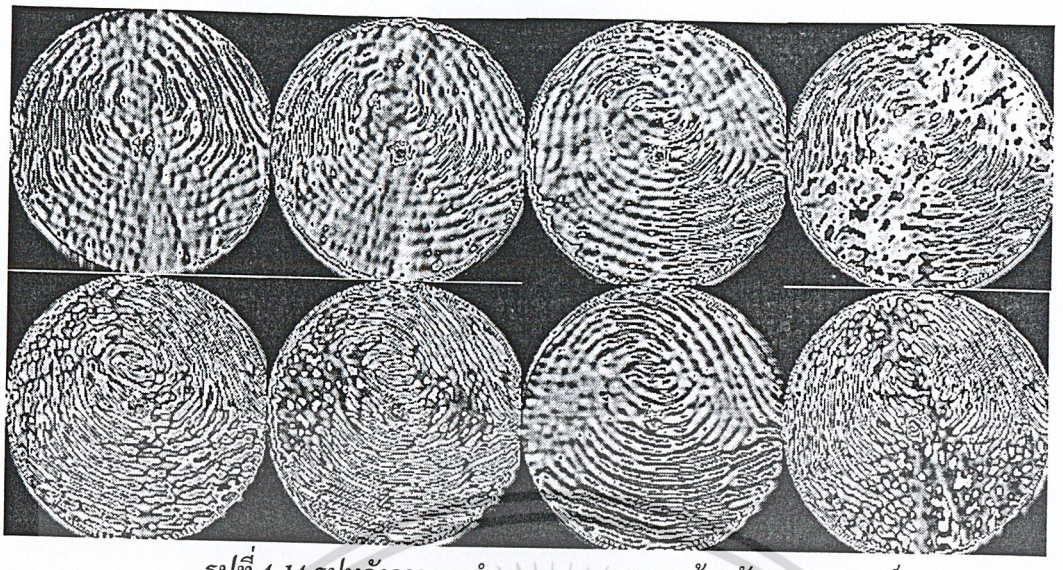
จากรูปที่ 4-12 จะเห็นว่ารูปผลลัพธ์ที่ได้ออกมา จะถูกทำให้มีระดับสีเทาที่เท่ากัน ซึ่งถ้าไม่มีกระบวนการในขั้นนี้ รูปที่ได้อาจจะมีสีดำเป็นแถบๆ ออกมา ซึ่งจะเป็นอุปสรรคในการทำงานของโปรแกรมในขั้นตอนต่อไป

4.9 การกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์

หลังจากการทำนอมอไลซ์รูปภาพของลายนิ้วมือแล้ว ก็จะนำรูปลายนิ้วมือมาทำการกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์ที่มีทิศแตกต่างกัน 8 ทิศทาง คือ 0, 22.5,45, 67.5, 90, 112.5, 135, 157.5 องศา ดังรูปที่ 4-13 ตามลำดับ แล้วจะได้ผลลัพธ์หลังการกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์ เป็นรูปที่ 4-14

รูปที่ 4-13 แสดงตัวกรองเกเบอร์ทั้ง 8 ทิศทางที่ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-14 รูปหลังจากการทำกระบวนการกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์

จากรูปที่ 4-14 จะทำให้ได้รูปออกมาถึง 8 รูป ซึ่งแต่ละรูปจะเกิดจากการใช้ตัวกรองเกเบอร์ที่แตกต่างทิศทางกัน

4.10 การคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์

หลังจากการนำรูปภาพลายนิ้วมือมาทำการกรองด้วยตัวกรองเกเบอร์ ทั้ง 8 ทิศทางแล้ว ก็จะนำภาพผลลัพธ์แต่ละภาพ ซึ่งมีอยู่ 8 รูปต่อลายนิ้วมือของบุคคล 1 คน มาทำการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ จะทำให้ได้ค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ออกมาทั้งหมด 640 ค่า ซึ่งในขั้นตอนนี้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือจะเก็บข้อมูลของค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ไว้เป็นไฟล์ฐานข้อมูล ซึ่งได้แสดงไว้ในภาคผนวก ข

4.11 การเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ

มีกระบวนการเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ โดยจะนำลายนิ้วมือที่ต้องการยืนยันบุคคลจากเครื่องสแกนมาผ่านกระบวนการหาจุดอ้างอิง กระบวนการหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Compute AAD) จนได้ฟิงเกอร์โค้ดออกมา แล้วนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานไปเปรียบเทียบกับข้อมูลทั้งหมดในไฟล์ sd.txt และ mean.txt ว่าข้อมูลใดมีค่าความคล้ายคลึงมากกว่า 94 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไป จะนำข้อมูลฟิงเกอร์โค้ดที่เป็นของค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานชุดที่มีค่าความคล้ายคลึงมากกว่า 94 เปอร์เซ็นต์ขึ้นไปมาทำการเปรียบเทียบค่าฟิงเกอร์โค้ดที่อยู่ในไฟล์ db.txt ว่าฟิงเกอร์โค้ดใดที่มี Matching Score น้อยกว่า 4.0 แล้วตรวจสอบว่าเป็นฟิงเกอร์โค้ดของบุคคลใด ก็จะระบุว่าลายนิ้วมือที่สแกนเข้ามาเป็นของบุคคลดังกล่าว แล้วจะแสดงค่าลายนิ้วมือนั้นออกมาเป็นผลลัพธ์

แต่ยังมีการผิดพลาดของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมืออยู่บ้าง โดยที่จะไม่สามารถทำการค้นหาลายนิ้วมือของบุคคลจากฐานข้อมูลที่เป็นไฟล์ Text พบ ซึ่งบุคคลดังกล่าวได้เคยทำการลงทะเบียนไว้แล้ว แล้วจะแสดงค่าออกมาเป็นว่า ไม่พบลายนิ้วมือ ซึ่งจะดีกว่าการที่ได้ผลออกมาผิดพลาดเป็นข้อมูลของบุคคลอื่นที่มีข้อมูลส่วนบุคคลเก็บไว้ในฐานข้อมูลเช่นกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4-15 แสดงภาพลายนิ้วมือที่สแกนมาแล้วทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานผิดพลาด

รูปที่ 4-16 แสดงภาพลายนิ้วมือที่สแกนมาแล้วทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานได้ถูกต้อง

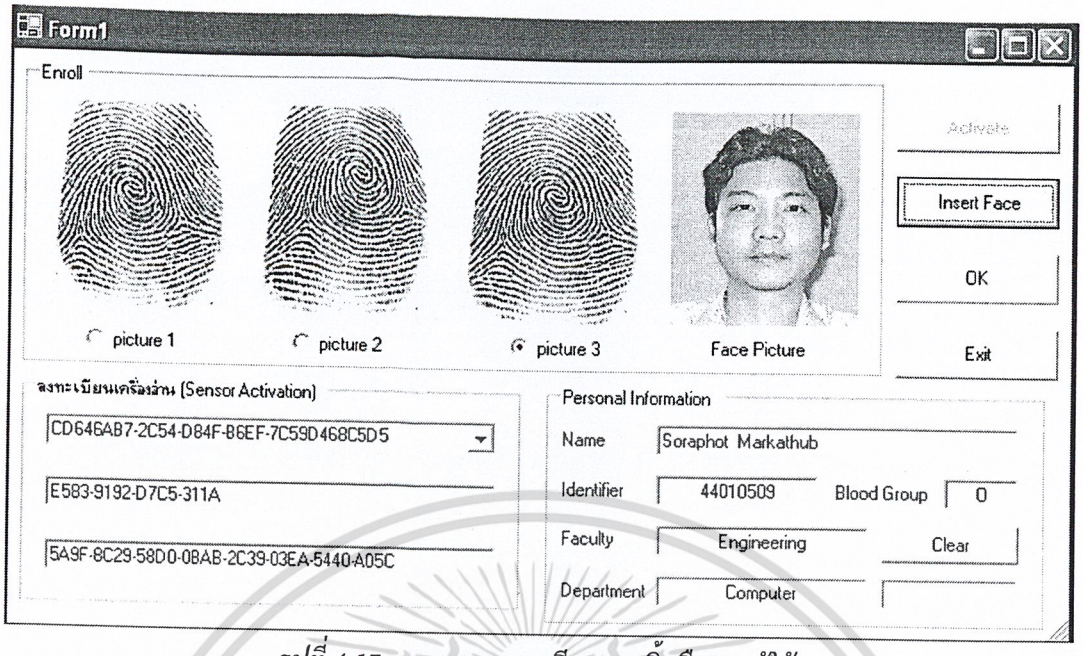
โดยที่ประสิทธิภาพของการเปรียบเทียบความเหมือนกันของลายนิ้วมือ สามารถดูได้จากค่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้อง ที่เพิ่มขึ้น และค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดที่ลดลง จากหัวข้อ 4.3

4.12 การลงทะเบียนลายนิ้วมือของผู้ใช้

ก่อนที่ผู้ใช้แต่ละคนจะสามารถยืนยันตัวเองผ่านระบบตรวจสอบลายนิ้วมือได้ จะต้องทำการลงทะเบียนลายนิ้วมือก่อน ซึ่งอินพุตของขั้นตอนนี้ คือ ลายนิ้วมือ รูปของตัวบุคคล ชื่อ หมู่เลือด รหัสนักศึกษา คณะ และภาควิชา ซึ่งได้แสดงไว้ดังรูปที่ 4-17

โดยมีกระบวนการลงทะเบียนลายนิ้วมือของผู้ใช้ คือ นำรูปลายนิ้วมือที่เก็บได้จากการเพิ่มสมาชิกเข้ามาในระบบ เก็บไว้ใน folder FPPic ทั้ง 3 รูป แล้วนำรูปทั้ง 3 ไปผ่านกระบวนการหาจุดอ้างอิง กระบวนการหาค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน และกระบวนการหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ (Compute AAD) จนได้ฟีงเกอร์โค้ดออกมา จากนั้นจะนำค่าเฉลี่ย และค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานอย่างละ 3 ค่า เก็บลงในไฟล์ฐานข้อมูล sd.txt และ mean.txt แล้วนำค่าฟีงเกอร์โค้ดทั้งหมด 3 ชุด ประกอบด้วย 1920 ค่า เก็บลงในไฟล์ฐานข้อมูล db.txt

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

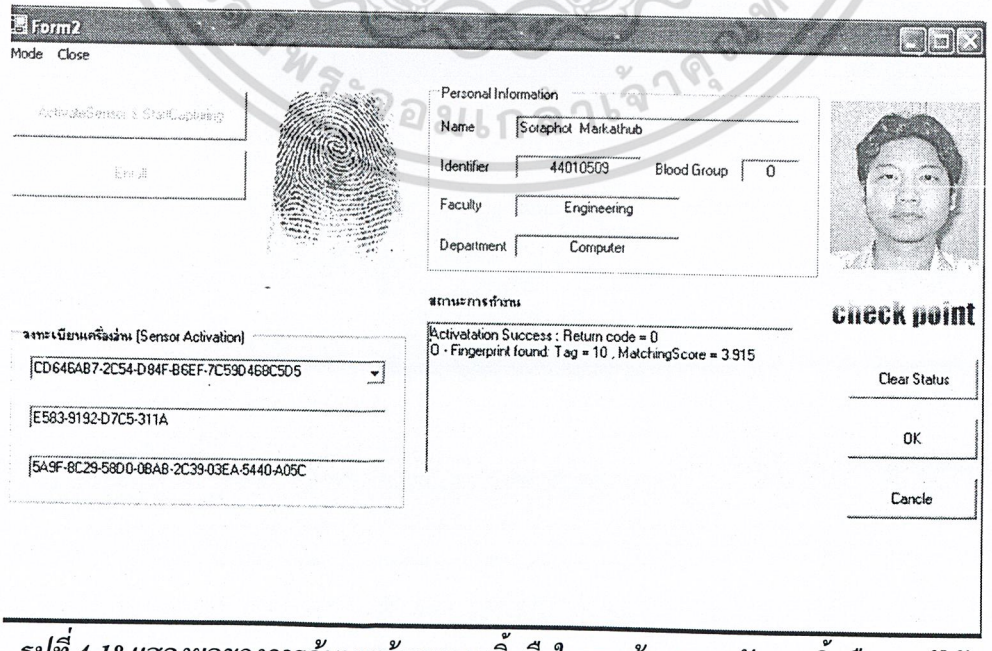


รูปที่ 4-17 แสดงการลงทะเบียนลายนิ้วมือของผู้ใช้

จากรูปที่ 4-17 เมื่อได้ทำการลงทะเบียนเรียบร้อยแล้ว ข้อมูลทั้งหมดของผู้ใช้จะนำไปเก็บไว้ที่ฐานข้อมูลที่ชื่อว่า DetailDB

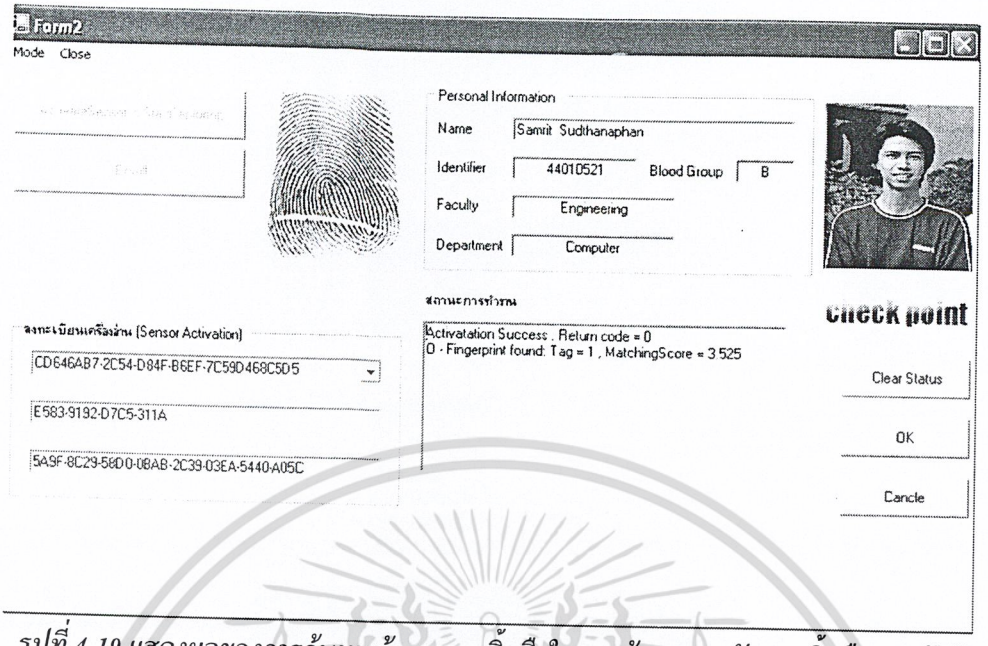
4.13 การยืนยันตัวบุคคล

ก่อนที่จะให้ระบบตรวจสอบลายนิ้วมือทำงาน ผู้ใช้จะต้องทำการสแกนลายนิ้วมือ โดยใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือก่อน หลังจากนั้นระบบจะทำงานโดยอัตโนมัติ แล้วจะส่งผลของการทำงานออกมาที่หน้าจอ User Interface ว่าสามารถค้นหาลักษณะของลายนิ้วมือของผู้ใช้ในฐานข้อมูลพบหรือไม่

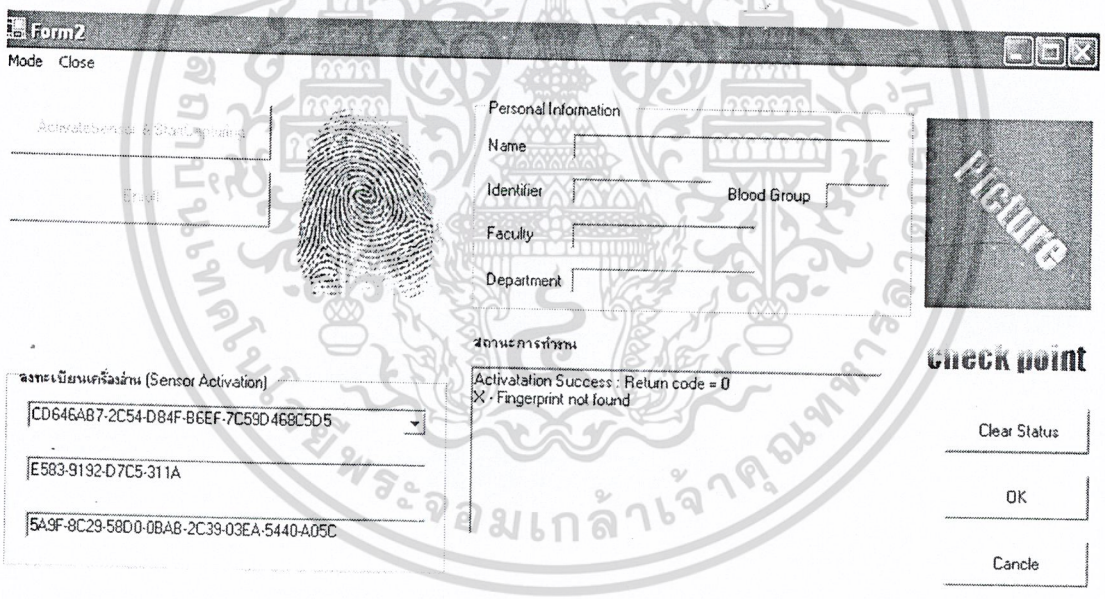


รูปที่ 4-18 แสดงผลของการค้นหาแล้วพบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-19 แสดงผลของการค้นหาแล้วพบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้



รูปที่ 4-20 แสดงผลของการค้นหาแล้วไม่พบลายนิ้วมือในฐานข้อมูลตรงกับลายนิ้วมือของผู้ใช้

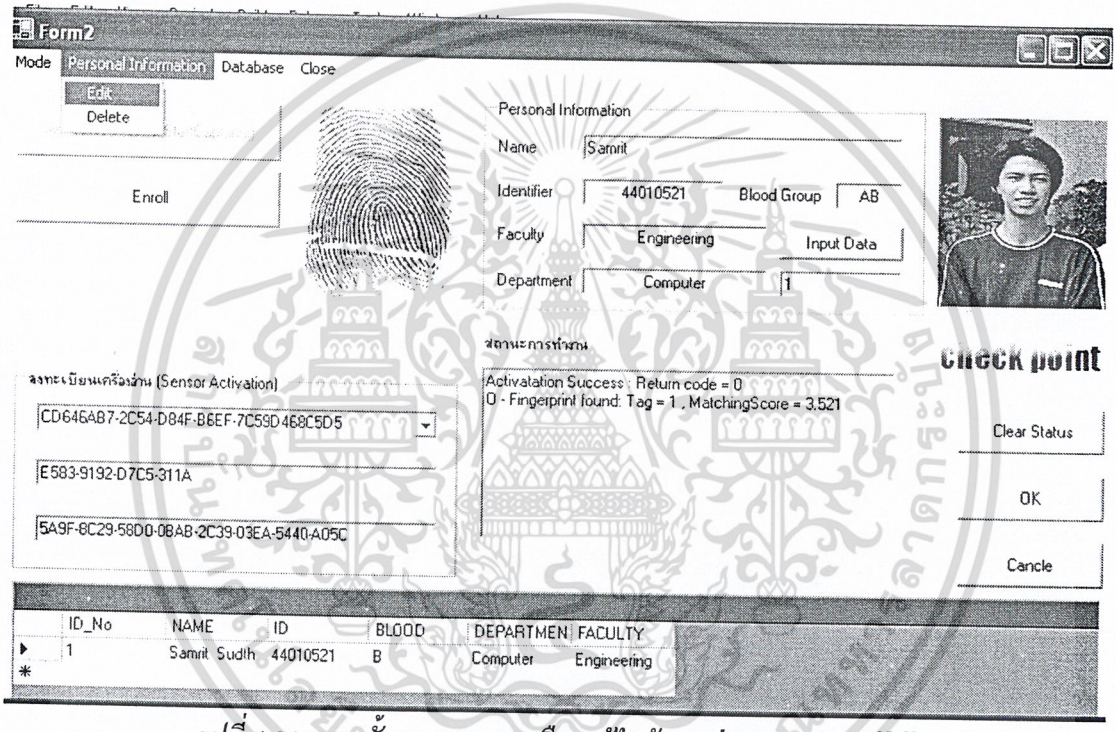
จากรูปที่ 4-18 และ 4-19 เมื่อโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ แล้วพบข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูล ตรงกันกับข้อมูลลายนิ้วมือของผู้ใช้ จะแสดงออกมาว่า พบข้อมูล ซึ่งมี ID_No ที่เท่าไรในฐานข้อมูล (ซึ่งจะเห็น ID_No เฉพาะ User Interface ของผู้ดูแลระบบเท่านั้น) พร้อมกับบอกข้อมูลส่วนบุคคลด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แต่ถ้าโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ แล้วไม่พบข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูล ตรงกันกับข้อมูลลายนิ้วมือของผู้ใช้ จะแสดงออกมาว่า ไม่พบข้อมูล ดังรูปที่ 4-20

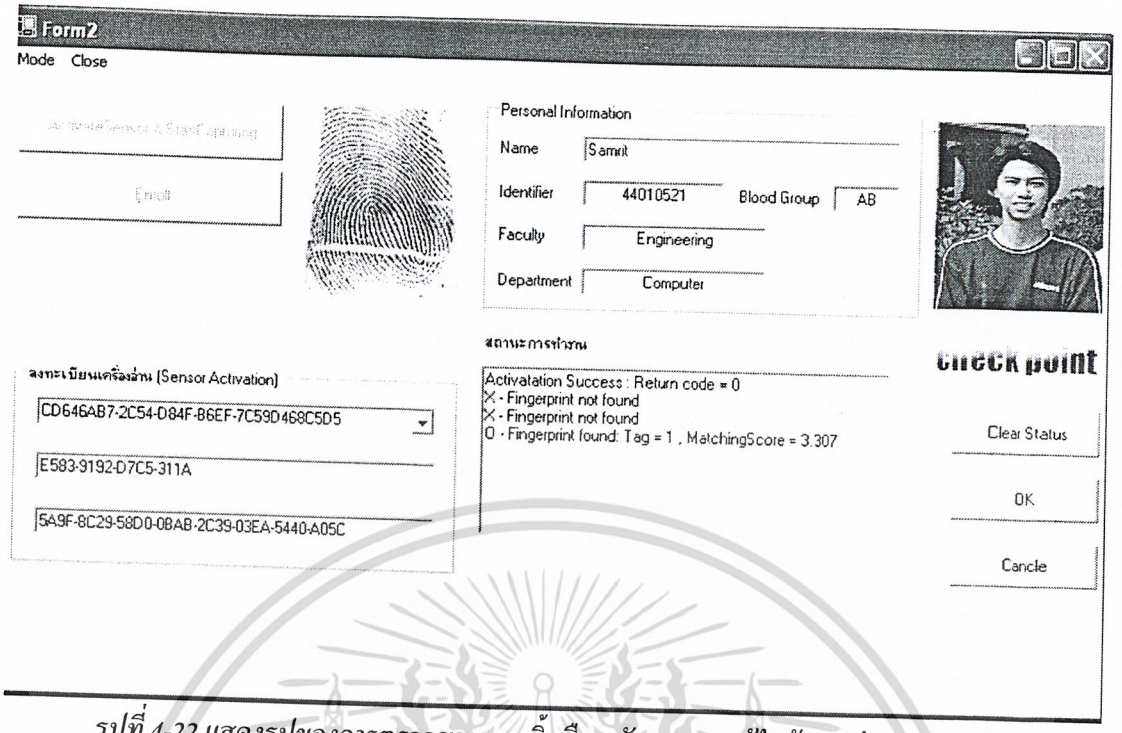
4.14 การแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคล

ขั้นตอนนี้เริ่มจากการที่ผู้ใช้ต้องทำการสแกนลายนิ้วมือ เพื่อให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ได้นำข้อมูลลายนิ้วมือไปตรวจสอบ กับข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูล ให้พบก่อน จากนั้นจึงค่อยแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้ โดยการเลือกปุ่ม Input Data แล้วค่อยแก้ไขข้อมูล จากนั้นให้เลือกที่เมนู Personal Information แล้วเลือก Edit ดังรูปที่ 4-21



รูปที่ 4-21 แสดงขั้นตอนของการเลือกแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลของผู้ใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



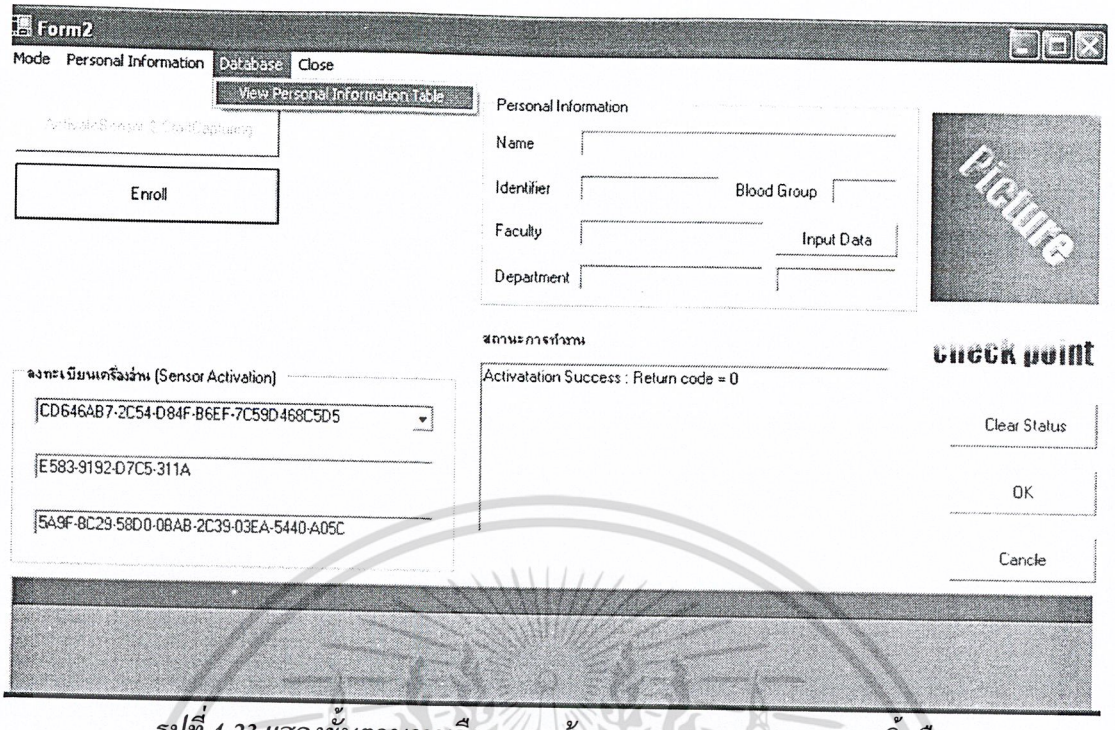
รูปที่ 4-22 แสดงรูปของการตรวจสอบลายนิ้วมือ หลังจากการแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลแล้ว

ผู้ที่สามารถแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลได้ จะให้สิทธิ์เฉพาะผู้ดูแลระบบในการแก้ไขข้อมูลส่วนบุคคลให้เท่านั้น โดยสังเกตได้จากรูปที่ 4-22 ที่ส่วน Personal Information โดยข้อมูลจะเปลี่ยนไปจากรูปที่ 4-21

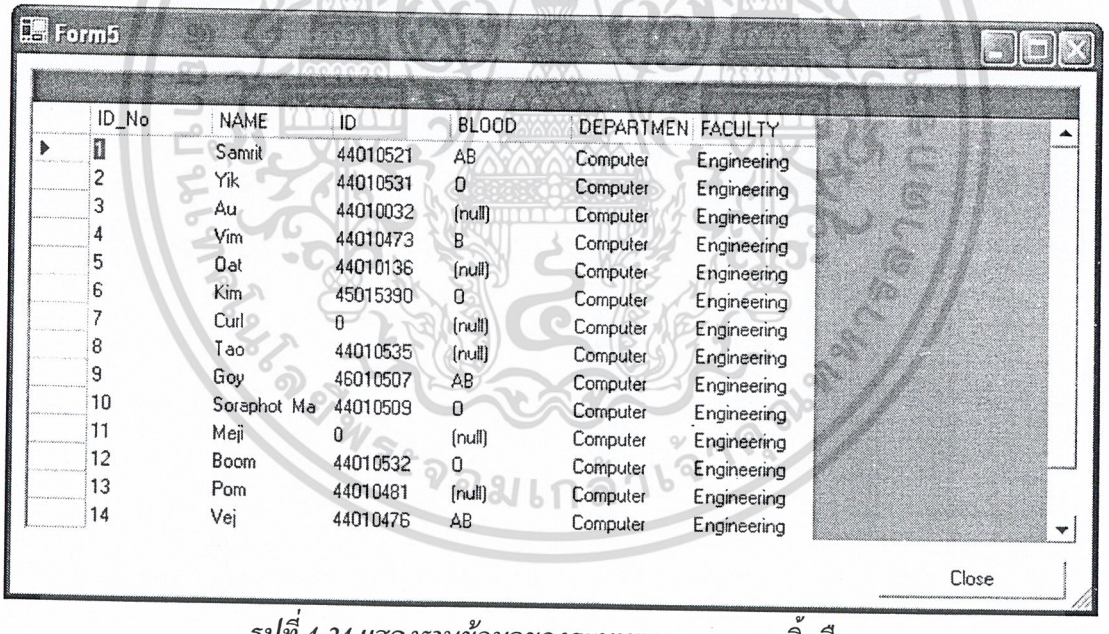
4.15 การเรียกดูฐานข้อมูล

เมื่อผู้ดูแลระบบต้องการดูฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ สามารถที่จะเรียกดูได้จากการเลือกเมนู Database แล้วเลือก View Personal Information Table ดังรูปที่ 4-23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4-23 แสดงขั้นตอนการเลือกดูฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ



ID_No	NAME	ID	BLOOD	DEPARTMEN	FACULTY
1	Samrit	44010521	AB	Computer	Engineering
2	Yik	44010531	O	Computer	Engineering
3	Au	44010032	(null)	Computer	Engineering
4	Vim	44010473	B	Computer	Engineering
5	Oat	44010136	(null)	Computer	Engineering
6	Kim	45015390	O	Computer	Engineering
7	Curl	0	(null)	Computer	Engineering
8	Tao	44010535	(null)	Computer	Engineering
9	Goy	46010507	AB	Computer	Engineering
10	Soraphot Ma	44010509	O	Computer	Engineering
11	Meji	0	(null)	Computer	Engineering
12	Boom	44010532	O	Computer	Engineering
13	Pom	44010481	(null)	Computer	Engineering
14	Vej	44010476	AB	Computer	Engineering

รูปที่ 4-24 แสดงฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ

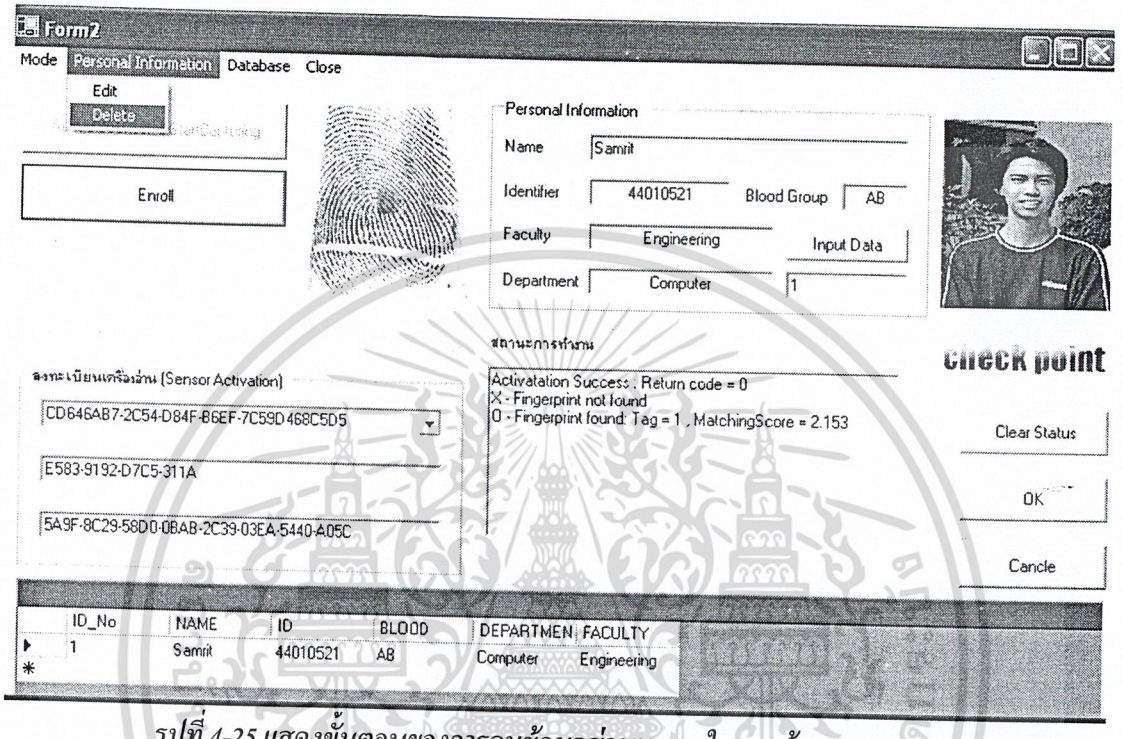
จากรูปที่ 4-24 จะเห็นว่า ผู้ดูแลระบบ สามารถที่จะดูฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือของผู้ใช้ได้ทั้งหมด จากฐานข้อมูลที่ชื่อว่า PersonalDetail

4.16 การลบข้อมูลส่วนบุคคล

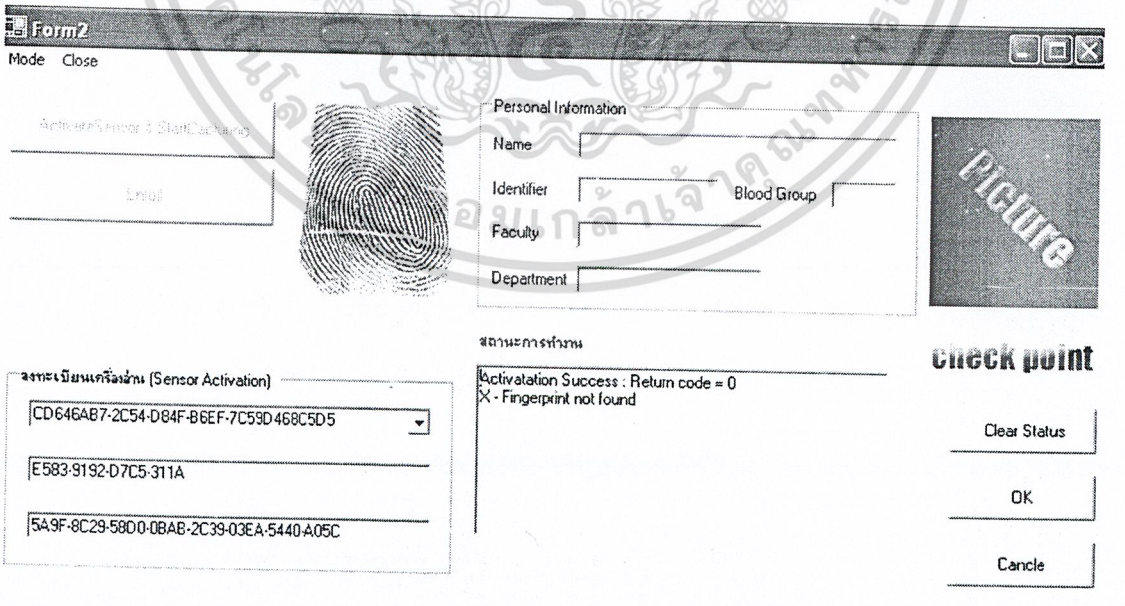
การลบข้อมูลส่วนบุคคลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ สามารถทำได้โดย ผู้ใช้ที่ต้องการจะลบข้อมูลของตนออกจากระบบ ต้องแจ้งให้ผู้ดูแลระบบเป็นผู้ลบข้อมูลส่วนบุคคลให้ โดยจะต้องแสกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลายนิ้วมือก่อน ถ้าระบบตรวจสอบลายนิ้วมือสามารถตรวจสอบลายนิ้วมือ กับข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูลแล้วพบ ผู้ดูแลระบบ ก็จะสามารถเลือกเมนู Personal Information แล้วเลือก Delete เพื่อลบข้อมูล หรือผู้ดูแลระบบอาจจะใส่ ID ของผู้ใช้ที่ต้องการลบข้อมูลแล้วค่อยเลือก Delete ก็ได้ ตามขั้นตอนดังรูปที่ 4-25



รูปที่ 4-25 แสดงขั้นตอนของการลบข้อมูลส่วนบุคคล ในฐานข้อมูลของระบบ



รูปที่ 4-26 แสดงผลของการลบข้อมูลส่วนบุคคล ในฐานข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
บทวิจารณ์ และสรุปผล

5.1 สรุปผลที่ได้จากการทำงานของโปรแกรม

จากการทดลอง และผลการทดลองในบทที่ 4 แสดงให้เห็นขั้นตอนการทำงานของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ที่สามารถตรวจสอบข้อมูลลายนิ้วมือที่รับมาจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ กับข้อมูลลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลได้

โดยปัจจัยที่มีผลต่อการตรวจสอบลายนิ้วมือของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ จะมีอยู่ที่

1. ความชื้นของลายนิ้วมือ

โดยที่ถ้านิ้วมือมีความชื้นมาก ก็จะทำให้รูปที่รับจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือดำเป็นแถบๆ แต่ถ้านิ้วมือมีความแห้งมากเกินไป ก็จะทำให้รูปที่รับจากเครื่องสแกนลายนิ้วมือจางเกินไป

2. การหาจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ

โดยที่ถ้าในขั้นตอนของการจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ มีความแม่นยำสูงกว่านี้ จะทำให้ข้อมูลของค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์ที่ได้มีความถูกต้อง และสามารถที่จะตรวจค้นหาลายนิ้วมือได้แม่นยำมากขึ้น

และลักษณะของภาพลายนิ้วมือที่ได้จากเครื่องสแกนลายนิ้วมือ จะต้องเป็นภาพในลักษณะตรงหรือเบี่ยงเบนไปจากกึ่งกลางไม่มากนัก และจุดอ้างอิงของลายนิ้วมือ จะต้องอยู่ในบริเวณกึ่งกลางของภาพลายนิ้วมือ ซึ่งจะทำให้โปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือทำงานได้มีประสิทธิภาพสูง คือ สามารถที่จะยืนยันตัวบุคคลได้ถูกต้อง

5.2 สรุปผลของการเลือกใช้อัลกอริทึม

จากการทดลองที่ใช้อัลกอริทึม ก. และอัลกอริทึม ข. มาเปรียบเทียบหาเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ จากหัวข้อ 4.1 จะเห็นได้ว่า เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของการยืนยันบุคคลเมื่อใช้อัลกอริทึม ข. จะสูงกว่าการใช้อัลกอริทึม ก. และค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดของการยืนยันบุคคลของอัลกอริทึม ข. ก็ต่ำกว่าการใช้อัลกอริทึม ก.

ด้วยเหตุผลดังข้าวต้น จึงเลือกใช้อัลกอริทึม ข. เพื่อใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ

5.3 สรุปผลที่ได้จากการหาค่าเทรชโฮลที่มีประสิทธิภาพสูงสุด

โดยค่าเทรชโฮลที่นำมาใช้ในโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ จะมีค่าเท่ากับ 4.0 ซึ่งได้มาจากการทดลองหลายๆ ครั้ง เปรียบเทียบกับการลองใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับค่าอื่นๆ ดังในหัวข้อ 4.2

จะเห็นว่าประสิทธิภาพของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ที่ใช้ค่าเทรชโฮลเท่ากับ 4.0 นั้น มีการวัดประสิทธิภาพ โดยแบ่งเป็น 5 กรณี และสรุปผลของแต่ละกรณีออกมาได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. มีประสิทธิภาพของความถูกต้องในกรณีที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล และยืนยันตัวบุคคลได้ถูกต้อง เพิ่มขึ้นเป็น 71.79 เปอร์เซ็นต์

2. มีประสิทธิภาพในกรณีที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว แต่ยืนยันตัวบุคคลผิดคน ลดลงเหลือเพียง 28.21 เปอร์เซ็นต์

3. ในกรณีของบุคคลที่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูลแล้ว แต่ยืนยันไม่เจอข้อมูลของบุคคลคนนั้น จะเพิ่มขึ้นเป็น 45 เปอร์เซ็นต์ ซึ่งในด้านการรักษาความปลอดภัยนั้น จะเห็นว่าการยืนยันตัวบุคคลแล้วแสดงผลเป็นไม่พบข้อมูล จะดีกว่าการยืนยันตัวบุคคลแล้ว พบเป็นข้อมูลของบุคคลคนอื่น

4. มีประสิทธิภาพในกรณีที่บุคคลไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล เมื่อยืนยันตัวบุคคลแล้ว จะต้องไม่พบข้อมูลของบุคคลคนนั้น จะมีค่าเป็น 82.14 เปอร์เซ็นต์

5. ในกรณีที่ไม่มีข้อมูลอยู่ในฐานข้อมูล แล้วไปพบเป็นข้อมูลของบุคคลคนอื่น จะเป็น 17.86 เปอร์เซ็นต์

5.4 สรุปผลของค่าความคล้ายคลึงที่จะนำมาใช้

จากหัวข้อที่ 4.3 จะได้ผลของการทดลองการหาค่าความคล้ายคลึงที่เหมาะสมกับอัลกอริทึม ข. ที่ใช้เป็นอัลกอริทึมของโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ ได้เท่ากับ 94 เปอร์เซ็นต์ โดยที่ค่าเปอร์เซ็นต์ของความถูกต้องในการยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ เท่ากับ 67.11 เปอร์เซ็นต์ และมีค่าเปอร์เซ็นต์ความผิดพลาดในการยืนยันบุคคลด้วยลายนิ้วมือ เท่ากับ 32.89 เปอร์เซ็นต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

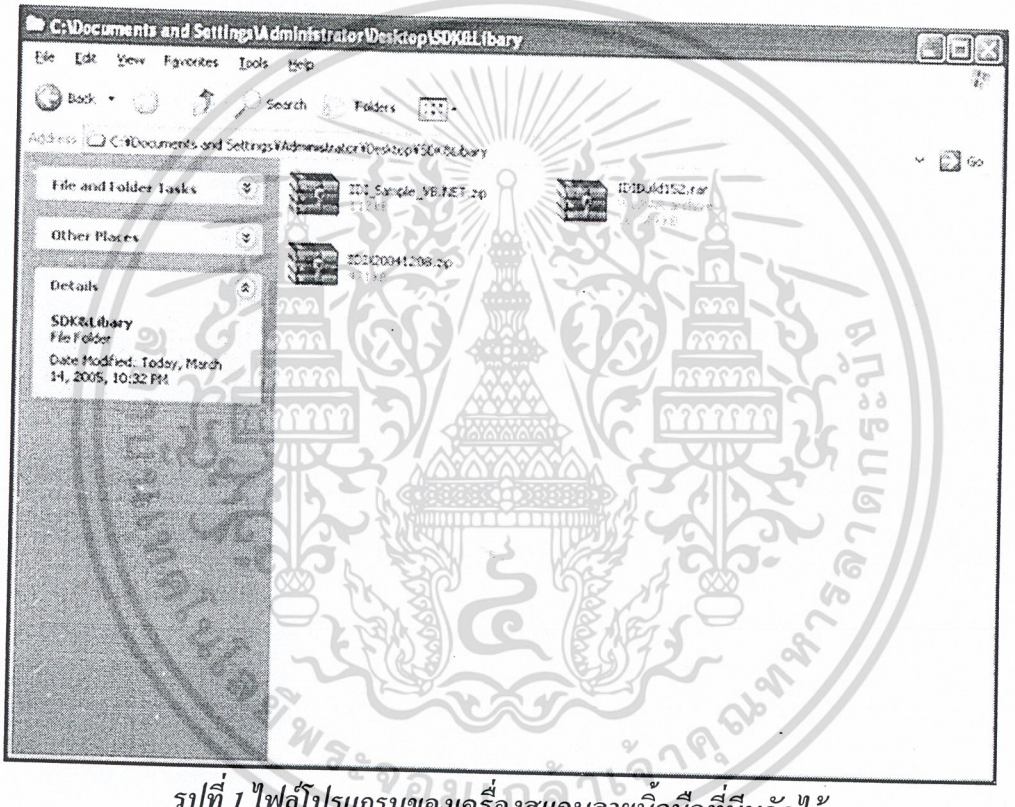
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

การลงโปรแกรมของเครื่องสแกนลายนิ้วมือ

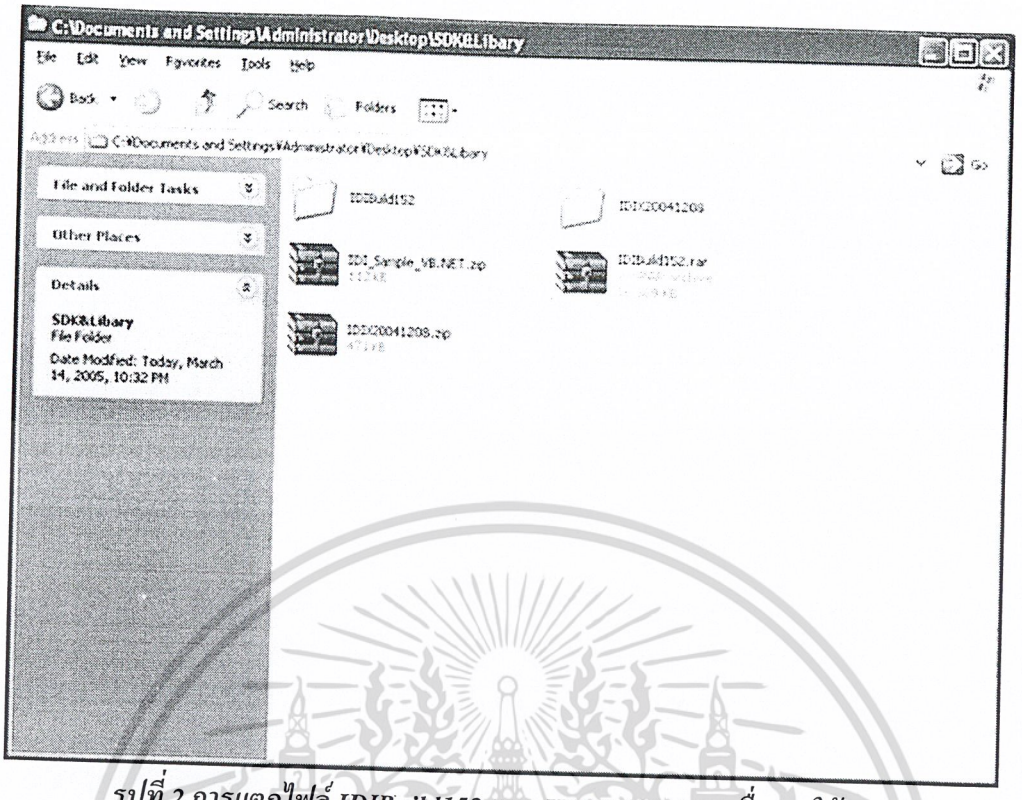
โปรแกรมที่จำเป็นสำหรับการใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ คือ DigitalPersona U.are.U Integrator Gold และ IDWORKS Integrator ซึ่งจะมีวิธีการลงโปรแกรม ดังต่อไปนี้

1. แตกไฟล์ชื่อ IDIBuild152 และ IDIX20041208 ให้เป็นแฟ้มข้อมูลที่ใช้งานได้ จากรูปที่ 1 ให้เป็นดังรูปที่ 2



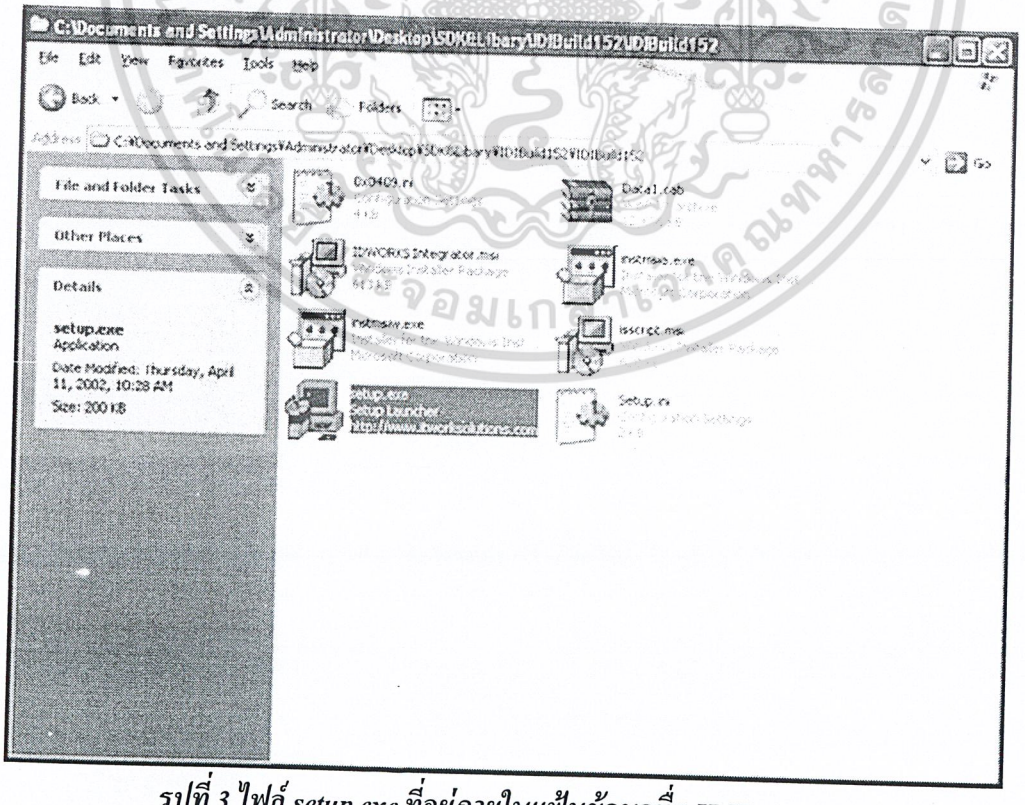
รูปที่ 1 ไฟล์โปรแกรมของเครื่องสแกนลายนิ้วมือที่บีบอัดไว้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2 การแตกไฟล์ IDIBuild152 และ IDIX20041208 เพื่อการใช้งาน

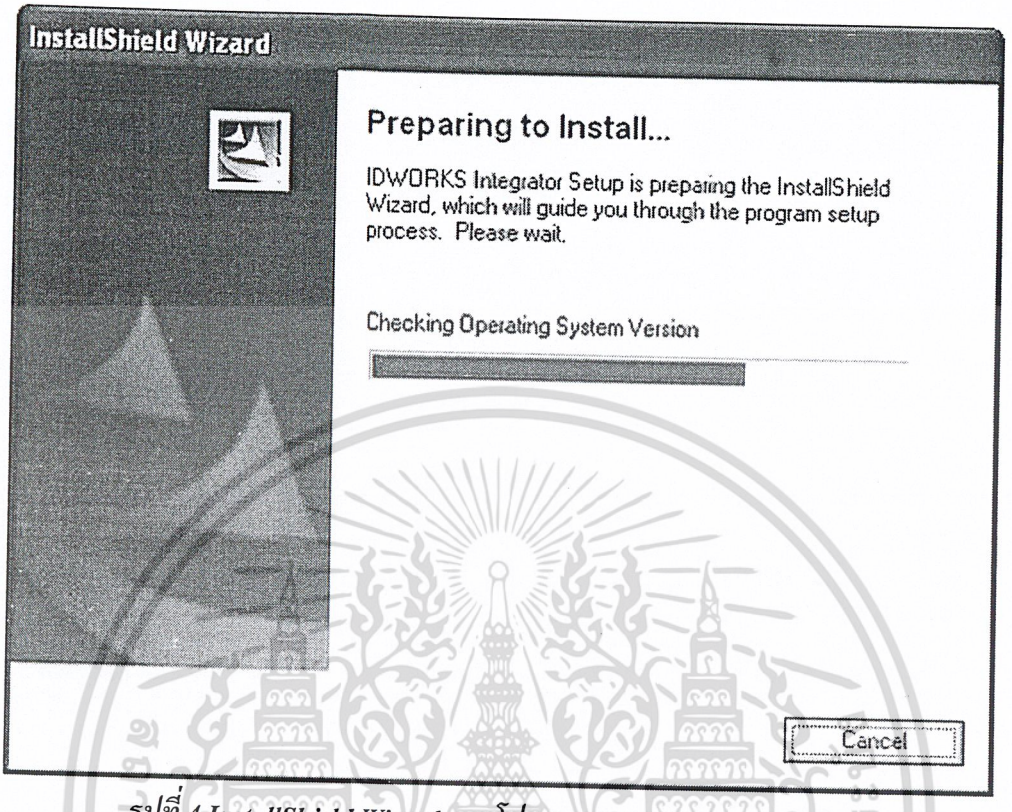
2. เข้าไปในแฟ้มข้อมูลที่ชื่อ IDIBuild152 จะพบไฟล์ชื่อว่า setup.exe ดังรูปที่ 3



รูปที่ 3 ไฟล์ setup.exe ที่อยู่ภายในแฟ้มข้อมูลชื่อ IDIBuild152

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

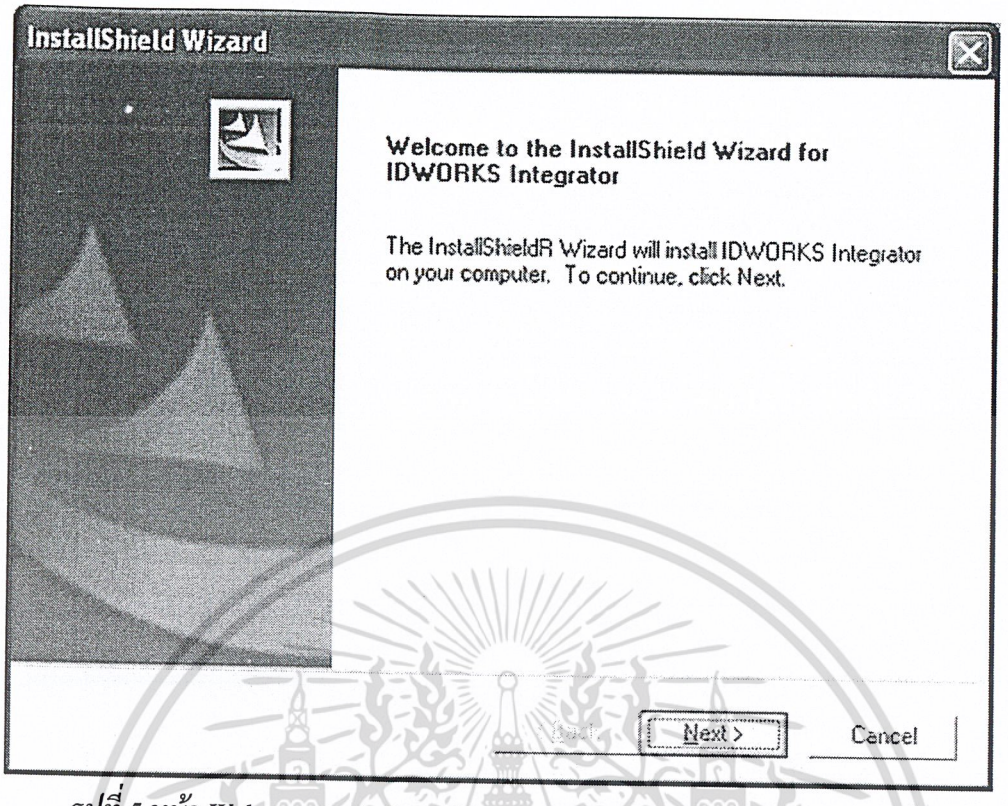
3. ดับเบิ้ลคลิกที่ไฟล์ setup.exe เพื่อทำการลงโปรแกรม ดังรูปที่ 4



รูปที่ 4 InstallShield Wizard ของโปรแกรม IDWORKS Integrator

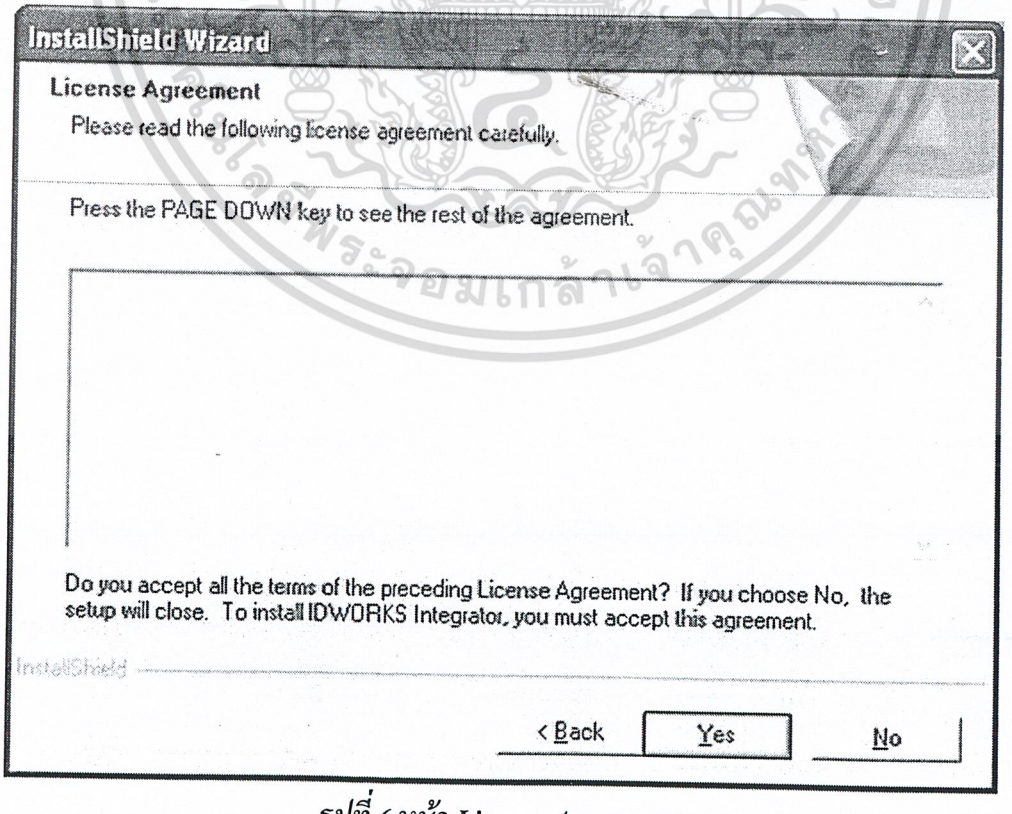
4. เมื่อถึงหน้า Welcome to the InstallShield Wizard for IDWORKS Integrator ดังรูปที่ 5 ให้กด " Next "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5 หน้า Welcome to the InstallShield Wizard for IDWORKS Integrator

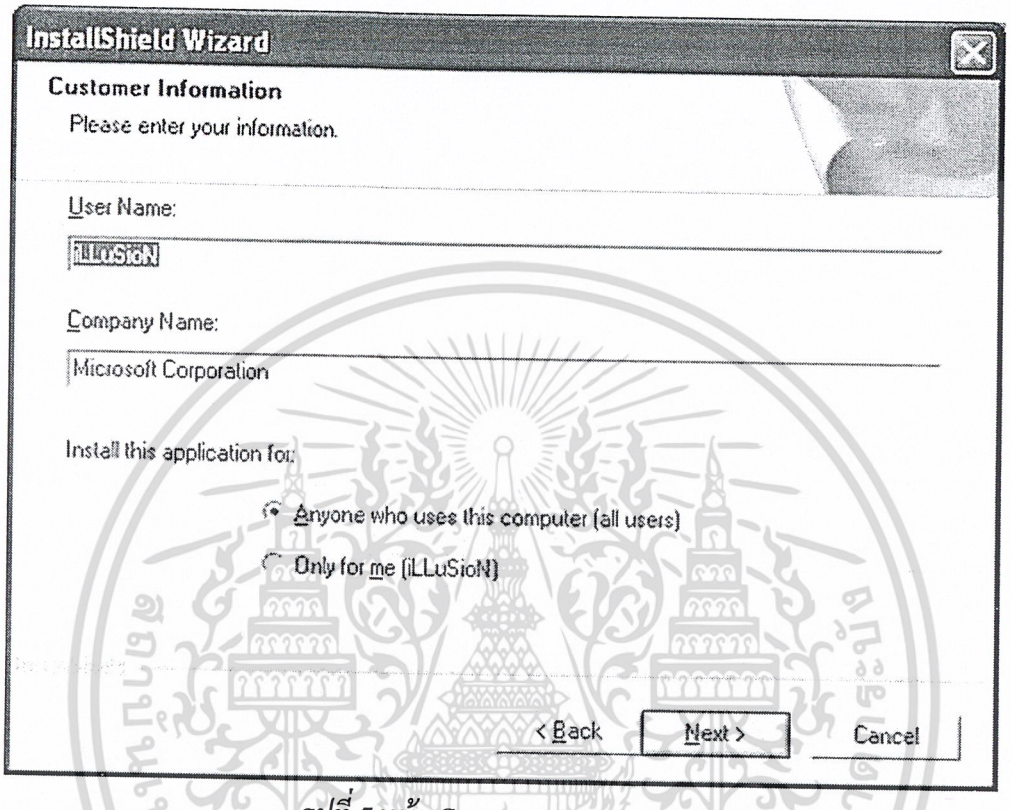
5. เมื่อถึงหน้า License Agreement ดังรูปที่ 6 ให้กด " Yes "



รูปที่ 6 หน้า License Agreement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

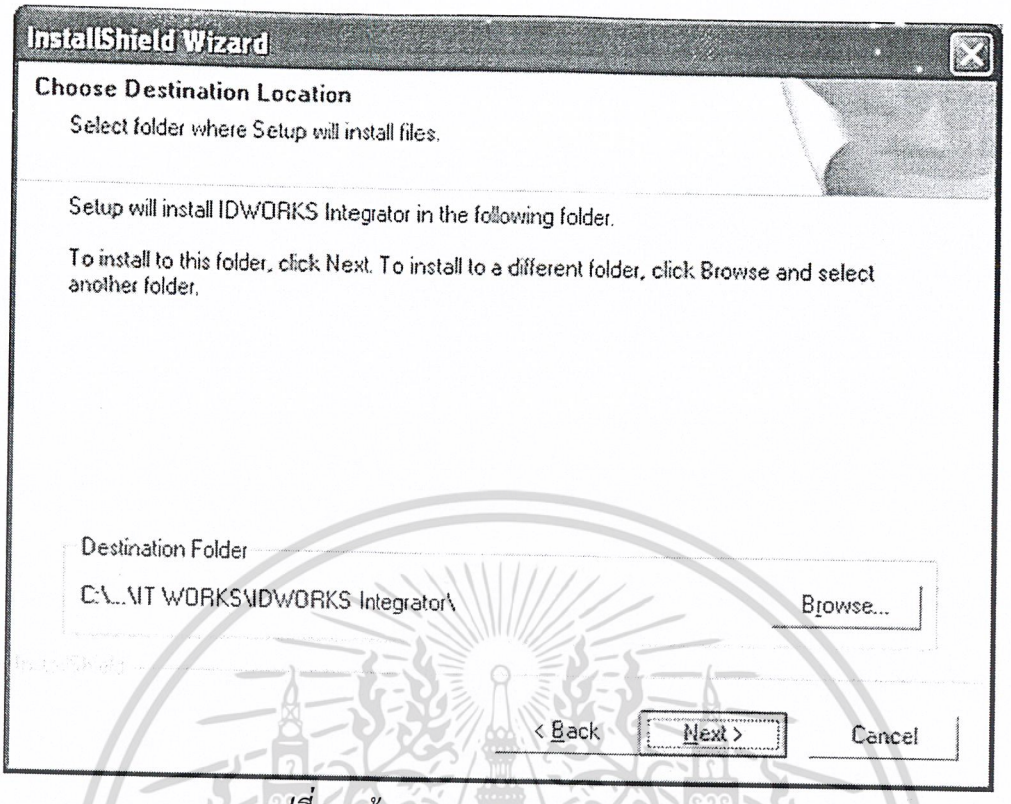
6. เมื่อถึงหน้า Customer Information ดังรูปที่ 7 ให้ใช้ค่า Default ตามที่ให้มา แล้วจึงกด “ Next ”



รูปที่ 7 หน้า Customer Information

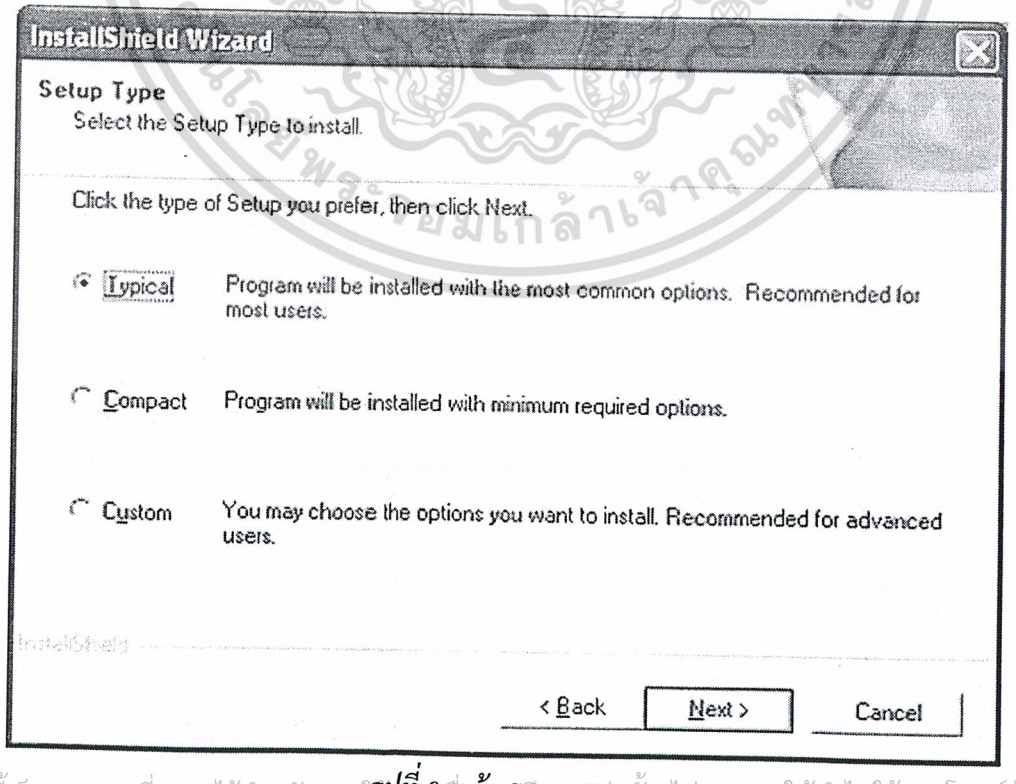
7. เมื่อถึงหน้า Choose Destination Location ดังรูปที่ 8 สามารถเลือกพาธที่จะลงโปรแกรมได้ตามต้องการ แต่แนะนำให้ใช้ค่า Default ตามที่ให้มา แล้วจึงกด “ Next ”

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 8 หน้า Choose Destination Location

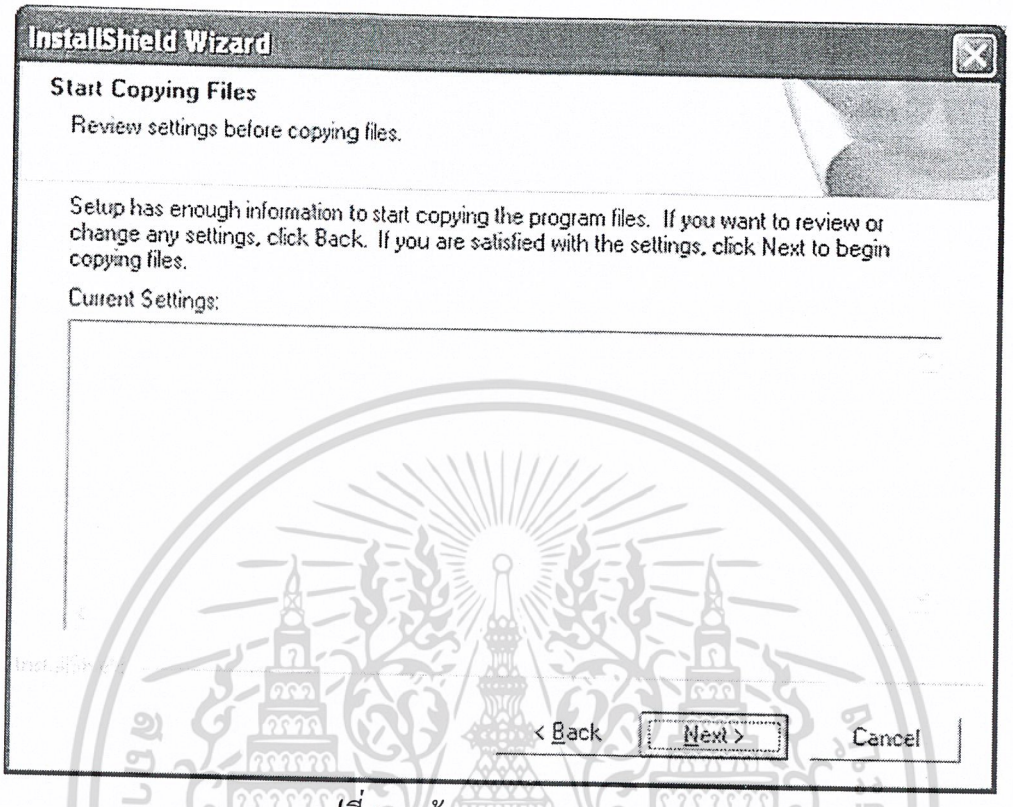
8. เมื่อถึงหน้า Setup Type ดังรูปที่ 9 สามารถเลือกประเภทของการลงโปรแกรมได้หลายแบบ แต่แนะนำให้เลือกแบบ Typical ซึ่งเป็นค่า Default ที่ให้มา แล้วจึงกด " Next "



รูปที่ 9 หน้า Setup Type

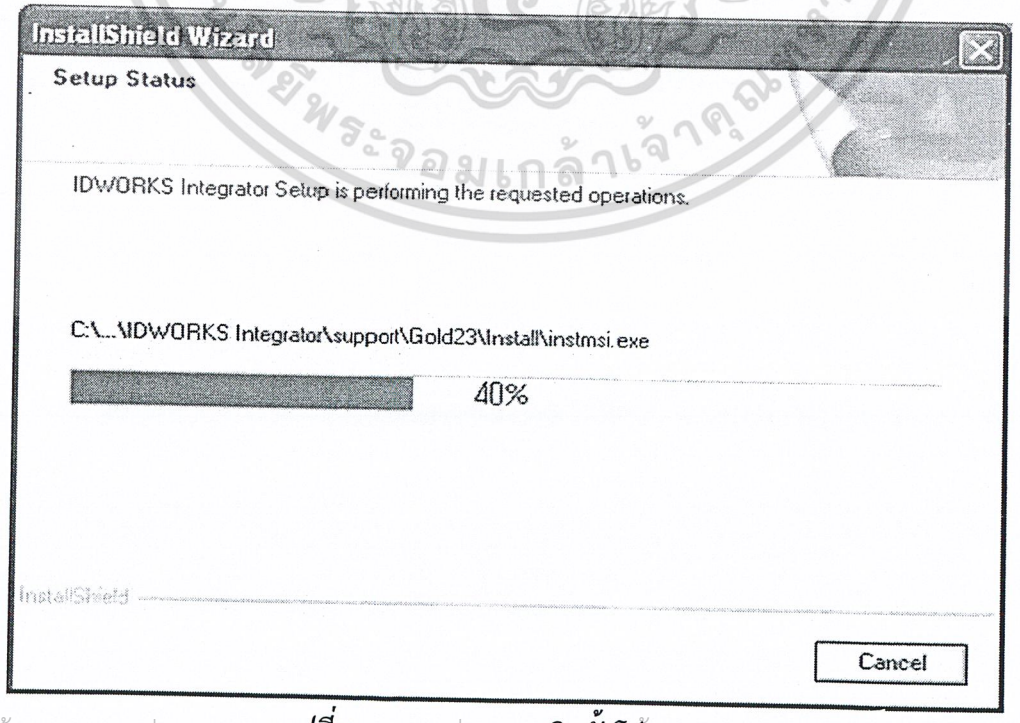
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. เมื่อถึงหน้า Start Copying Files ให้กด “Next ”



รูปที่ 10 หน้า Start Copying Files

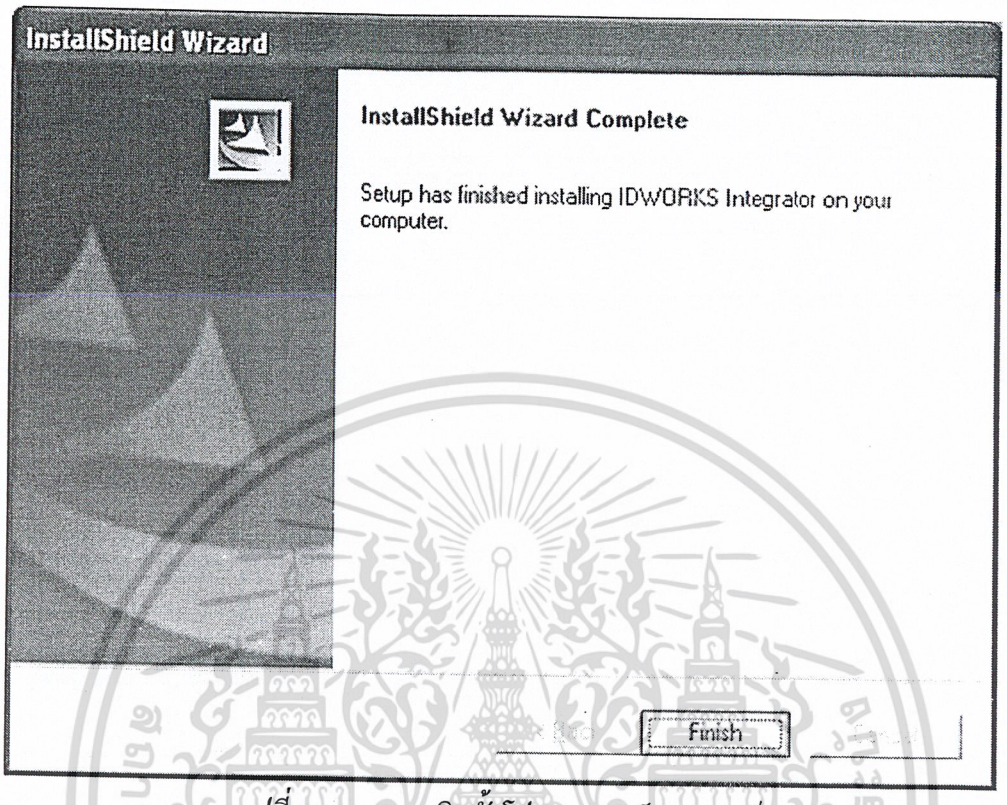
10. จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มการติดตั้งโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 11



รูปที่ 11 สถานะของการติดตั้งโปรแกรม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

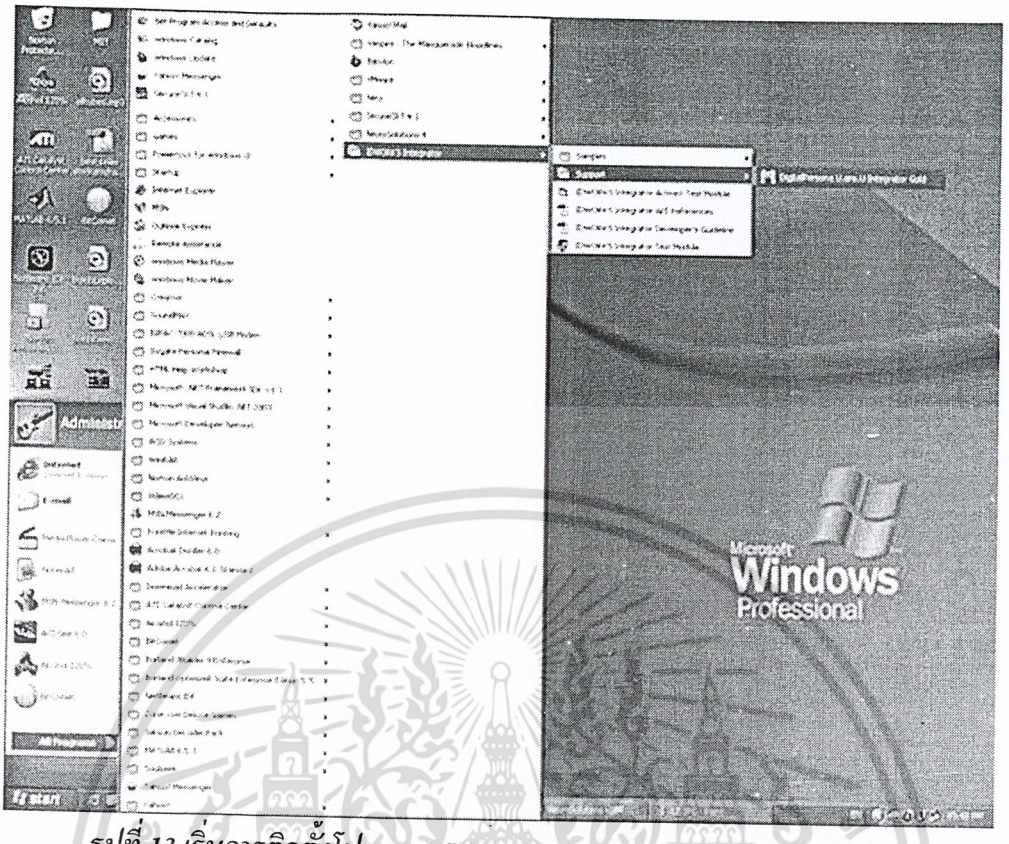
11. เมื่อโปรแกรมติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ จะแสดงหน้า ดังรูปที่ 12



รูปที่ 12 แสดงการติดตั้งโปรแกรมเสร็จสมบูรณ์

12. เมื่อติดตั้งโปรแกรม IDWORKS Integrator เสร็จสมบูรณ์แล้ว ให้เข้าไปที่ Start -> IDWORKS Integrator -> Support แล้วเลือก DigitalPersona U.are.U Integrator Gold ดังรูปที่ 13

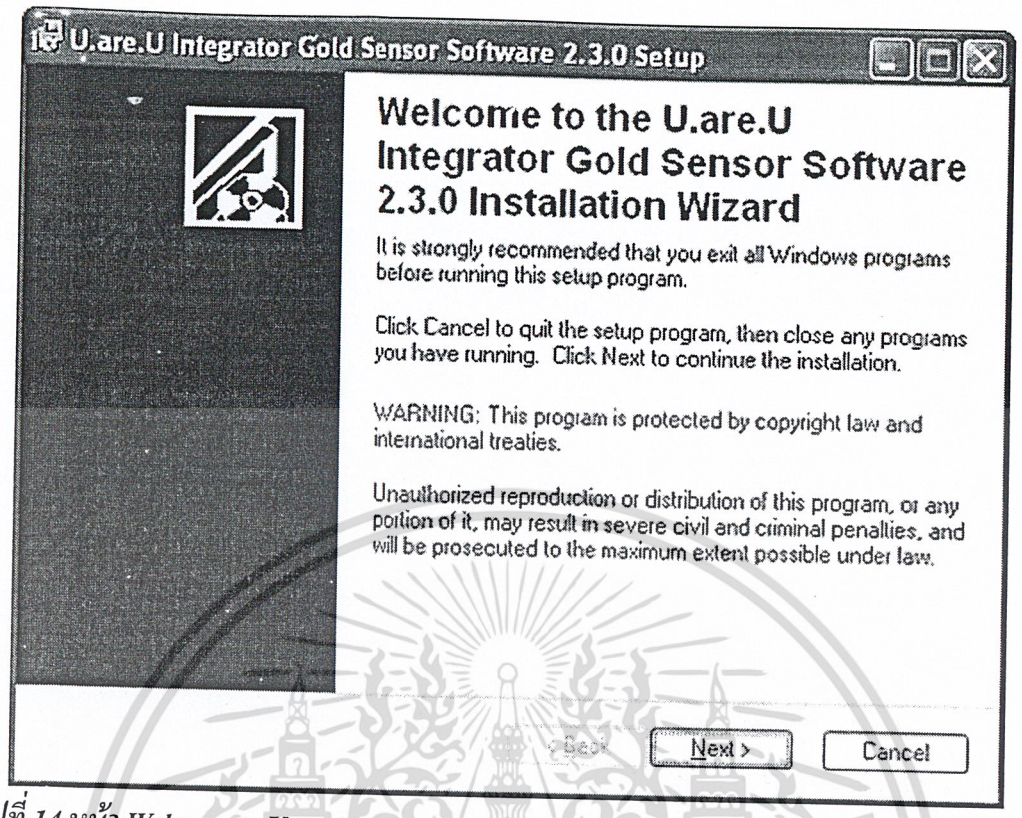
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 13 เริ่มการติดตั้งโปรแกรม DigitalPersona U.are.U Integrator Gold

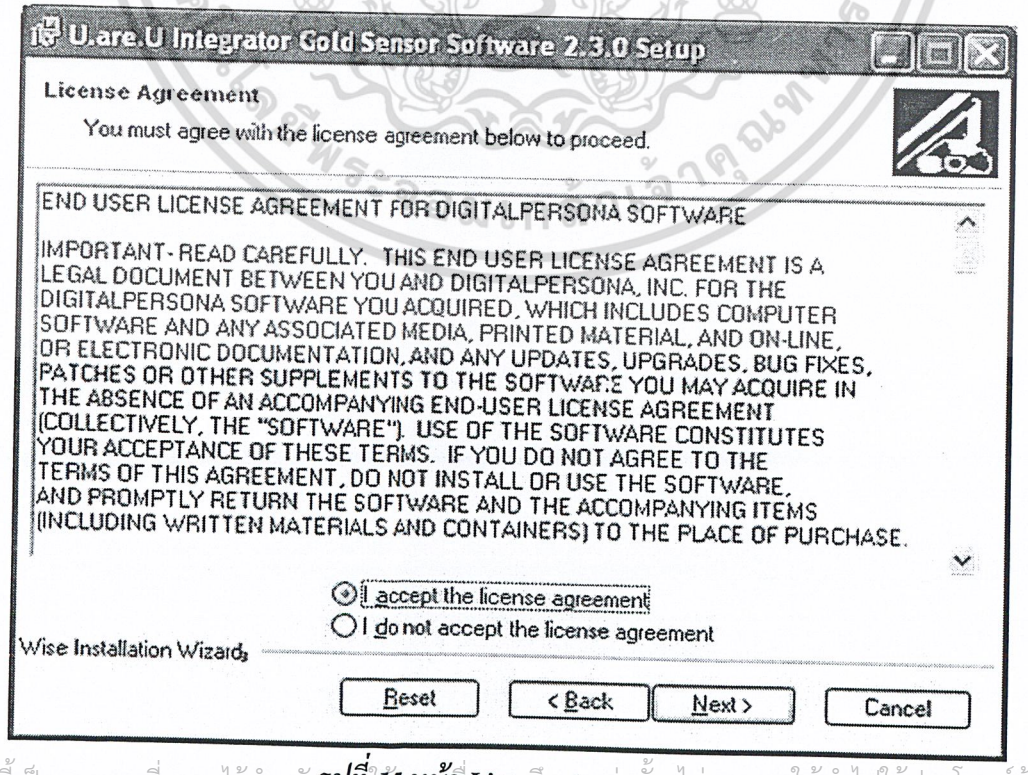
13. หลังจากนั้น โปรแกรม DigitalPersona U.are.U Integrator Gold จะเริ่มการติดตั้งโดยอัตโนมัติ ซึ่งจะแสดงหน้า Welcome to U.are.U Integrator Gold Sensor Software 2.3.0 Installation Wizard ดังรูปที่ 14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 หน้า Welcome to U.are.U Integrator Gold Sensor Software 2.3.0 Installation Wizard

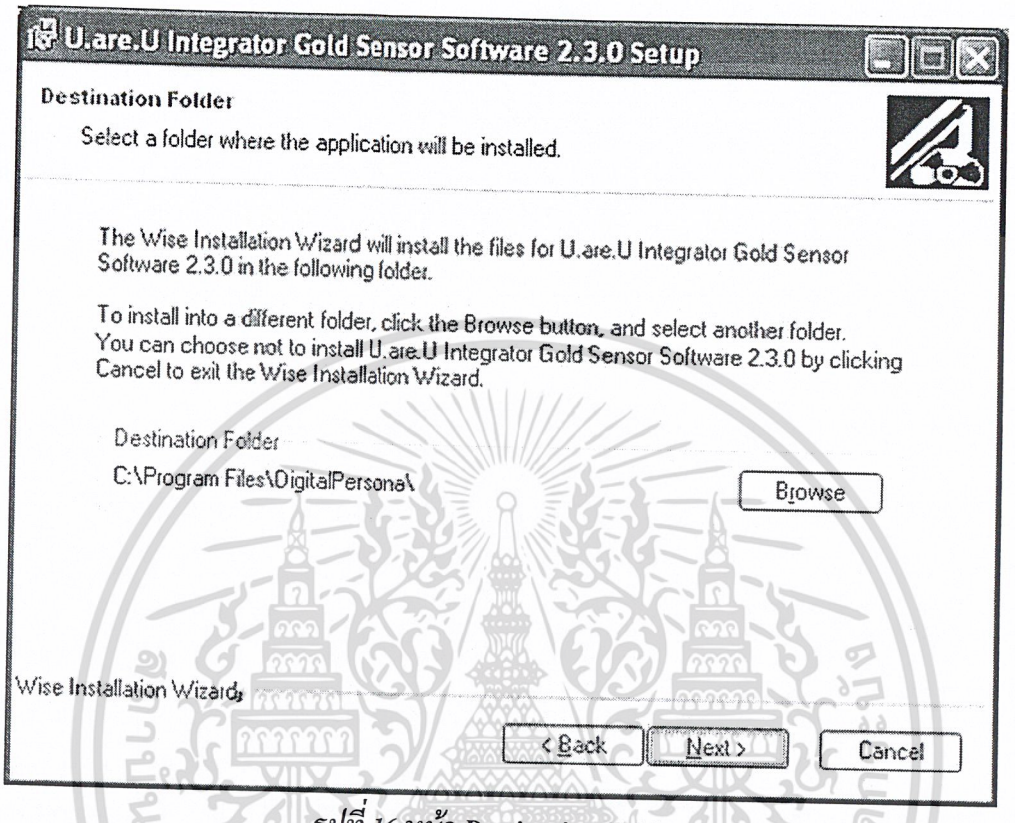
14. เมื่อถึงหน้า License Agreement ให้เลือก " I accept license agreement " แล้วจึงกด " Next " ดังรูปที่ 15



รูปที่ 15 หน้า License Agreement

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

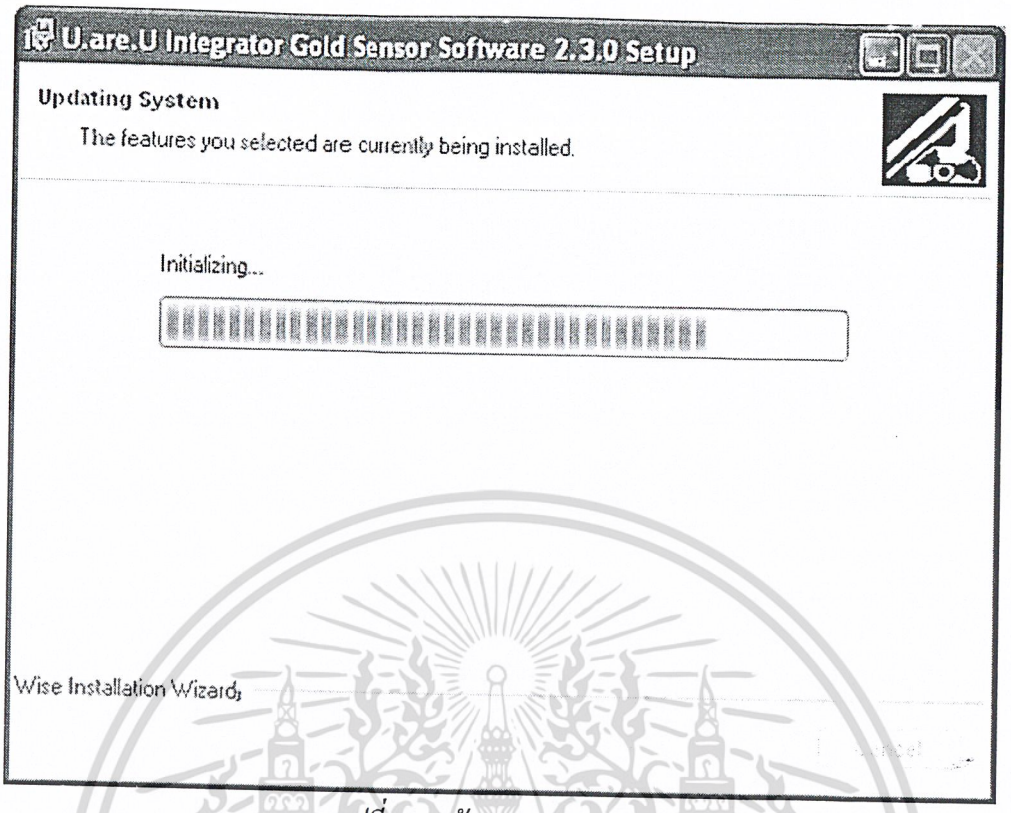
15. เมื่อถึงหน้า Destination Folder ดังรูปที่ 16 สามารถเลือกพาธที่จะลงโปรแกรมได้ตามต้องการ แต่แนะนำให้ใช้ค่า Default ตามที่ให้มา แล้วจึงกด “ Next ”



รูปที่ 16 หน้า Destination Folder

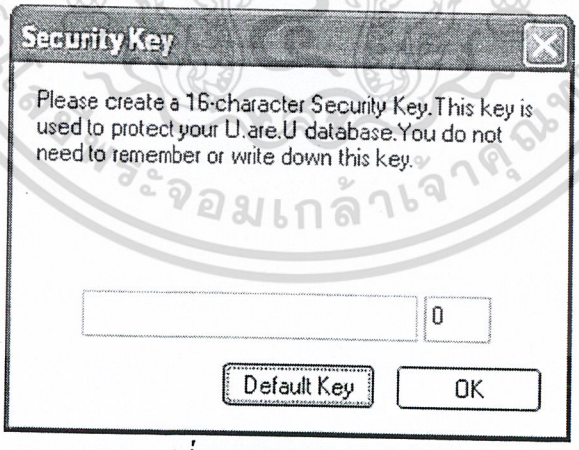
16. จากนั้นโปรแกรมจะเริ่มการติดตั้งโดยอัตโนมัติ ดังรูปที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 17 หน้า System Update

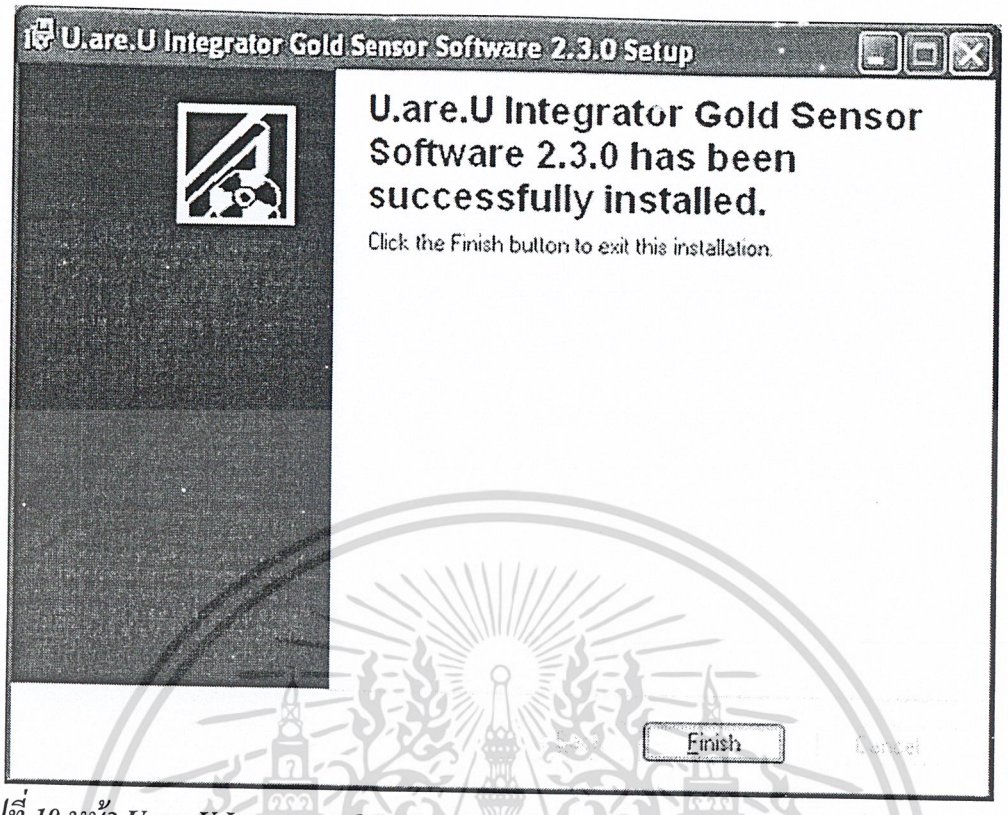
17. ระหว่างการทำงานในหน้า System Update จะมีหน้าต่างแสดงขึ้นมาถามหา Security Key แนะนำให้เลือก Default Key แล้วจึงกด " Next "



รูปที่ 18 หน้า Default Key

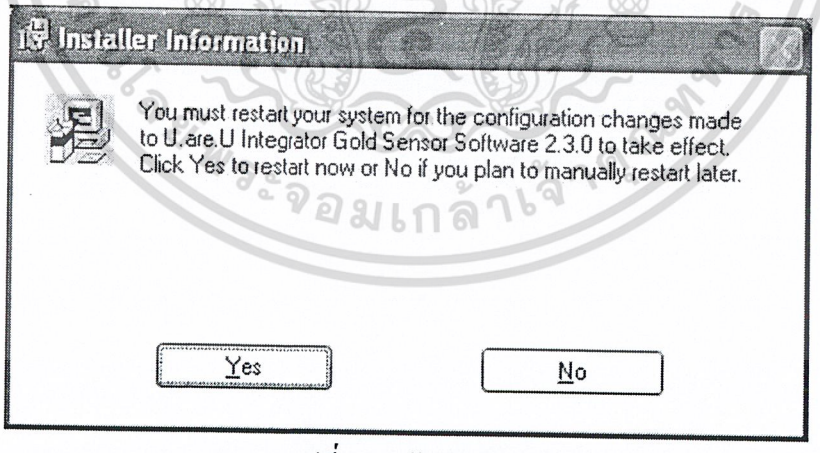
18. เมื่อโปรแกรมติดตั้งเสร็จสมบูรณ์ จะแสดงหน้า ดังรูปที่ 19

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 หน้า U.are.U Integrator Gold Sensor Software 2.3.0 has been Successfully installed

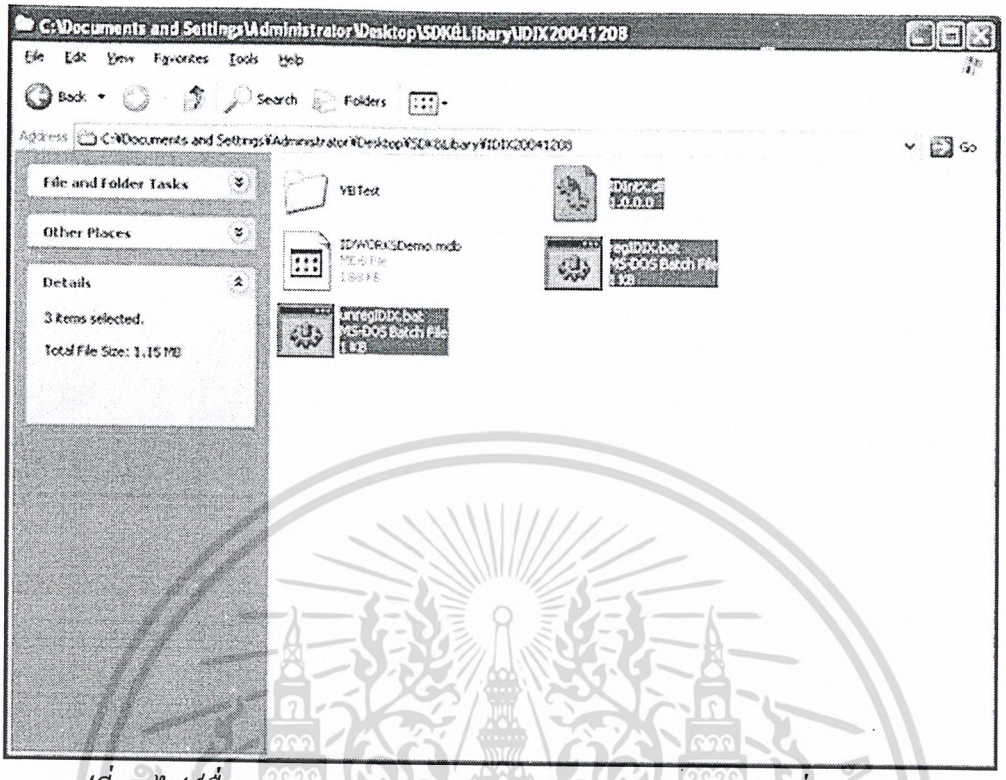
19. ก่อนการใช้งานโปรแกรม DigitalPersona U.are.U Integrator Gold จะต้องทำการ Restart เครื่องก่อน โดยที่โปรแกรมจะให้เลือกว่าจะ Restart หรือไม่ ให้เลือก " Yes " ดังรูปที่ 20



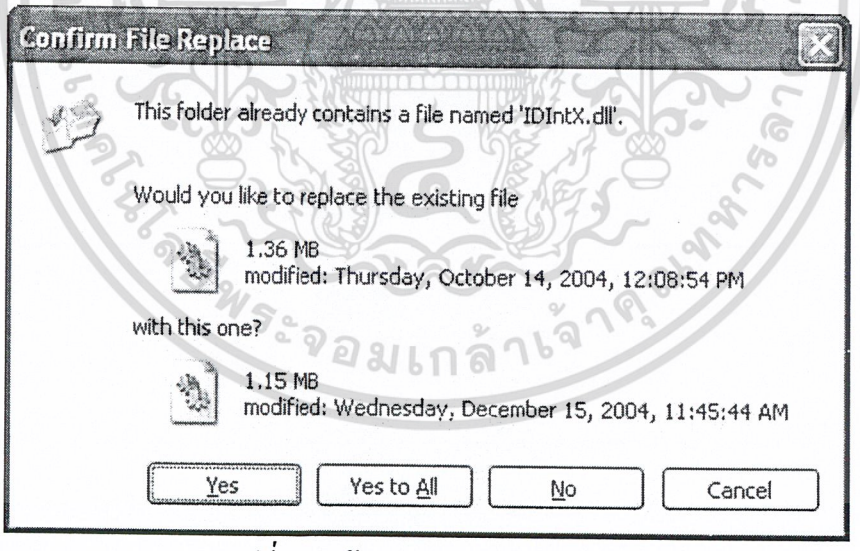
รูปที่ 20 หน้า Restart

20. จากแฟ้มข้อมูลชื่อ IDIX20041208 ที่แตกไว้ในตอนต้น ให้คัดลอกไฟล์ 3 ไฟล์ที่มีชื่อ IDIntX.dll ,regIDIX และ unregIDIX ตามลำดับ ดังรูปที่ 21 ไปใส่ไว้ในพาธ D:\Program Files\IT WORKS\IDWORKS Integrator\bin (ถ้าใช้ค่าตาม Default ตามที่แนะนำ) แต่จะพบว่ามีไฟล์ที่มีชื่อซ้ำกันอยู่แล้ว ซึ่งจะมีหน้าต่างแสดงคำเตือนไว้ ดังรูปที่ 22 ให้เลือก " Yes to All "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



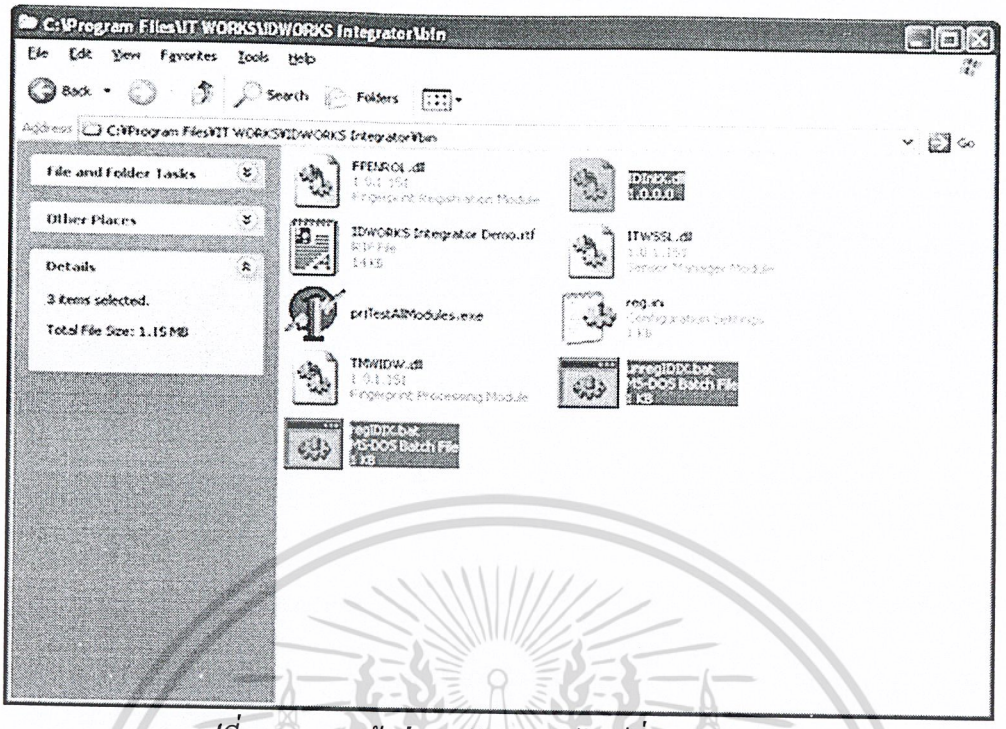
รูปที่ 21 ไฟล์ชื่อ IDIntX.dll ,regIDIX และ unregIDIX ตามลำดับ ที่ต้องคัดลอก



รูปที่ 22 หน้า Confirm File Replace

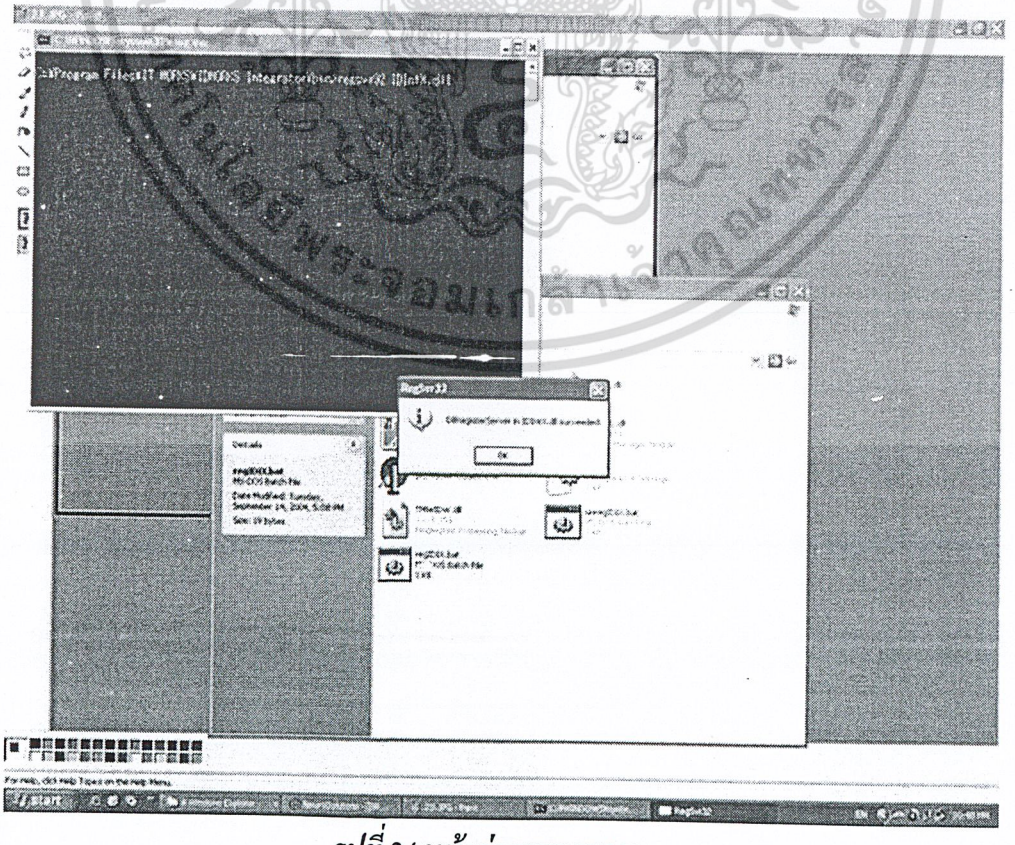
21. หลังจากวางไฟล์ที่คัดลอกมาแล้ว จะได้แสดงได้ดังหน้าต่าง ดังรูปที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 23 แสดงหน้าต่าง หลังจากวางไฟล์ที่คัดลอกมาแล้ว

22. หลังจากนั้น ให้ดับเบิ้ลคลิดไฟล์ที่ชื่อ regIDIX แล้วจะมีหน้าต่างแสดงสถานะ ดังรูปที่ 24 ให้เลือก “ Yes ” ก็จะเสร็จสิ้นการลงโปรแกรมทั้งหมดที่จำเป็นต่อการใช้เครื่องสแกนลายนิ้วมือ



รูปที่ 24 หน้าต่างแสดงสถานะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ค่าของการคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนเฉลี่ยสัมบูรณ์

โดยจะได้ค่าออกมาทั้งหมด 640 ค่า ต่อลายนิ้วมือ 3 ลายนิ้วมือ ของบุคคล 1 คน ซึ่งค่าที่ได้ออกมาจะแสดงได้ ดังนี้

52.392008 80.186096 100.364361 114.399062 118.254895 100.704228 78.467870 90.478684
88.280863 124.021089 105.262399 116.443036 100.772819 62.489354 40.184591 73.322897
82.826556 80.450844 75.807938 99.229154 101.914229 85.333194 106.030628 102.073211 93.696118
95.986749 102.905103 105.100653 81.309003 59.608451 80.820612 83.529802 87.628212 82.675589
68.390015 95.862800 101.000129 98.807542 79.295559 79.652250 88.986972 90.273296 102.880140
98.720216 74.333669 67.640041 71.615554 88.394985 80.749719 76.536064 73.034571 80.490354
104.156199 90.794093 73.811815 56.812381 62.322036 97.522939 88.171843 98.206098 74.220231
94.431483 81.616263 85.517898 94.750357 68.384397 70.655013 90.294886 112.689785 107.407808
64.476125 74.813196 95.987128 85.772452 97.585932 131.801413 135.031873 101.903464 81.633269
103.183488 434.025537 381.139925 453.418022 469.954940 502.848958 499.402333 521.870186
549.322071 535.863665 553.291946 511.833103 524.537259 473.974387 487.119524 476.115285
410.962432 490.823151 475.460779 450.275063 509.156944 499.733576 506.897087 566.624998
573.294478 553.865329 524.254887 518.366940 509.572109 484.035191 509.037768 476.300843
461.599789 466.276979 450.352027 508.218416 508.974773 519.429461 553.141892 523.913473
539.282068 533.921235 505.884990 518.791203 518.415993 497.874938 485.658990 473.382348
470.429650 444.962979 459.936654 523.785729 496.516923 551.105745 548.725746 522.786781
485.990067 493.177847 502.301885 552.025886 540.731690 503.578025 477.902927 452.861940
459.586493 443.015439 455.505351 505.005185 514.073522 542.801352 487.016342 438.177126
345.702853 344.140269 378.524877 401.555330 456.962681 459.056407 456.967371 449.687968
425.548778 545.041701 479.408029 527.273731 536.120392 566.546558 580.785618 610.362408
633.162480 612.278759 641.423681 596.605625 598.143925 549.076182 572.804651 560.017442
498.815858 570.081261 550.654135 534.022816 588.268745 581.666099 586.686668 646.752627
650.884105 632.546707 605.233661 599.090518 592.190226 558.079901 593.551664 550.839442
544.532647 545.336247 532.759960 588.205780 587.989893 606.810196 636.449600 605.655449
623.722417 616.225131 583.192127 602.652944 601.228144 587.325440 558.697862 553.335985
552.685003 525.329599 538.718417 604.326038 579.657359 634.156346 630.403306 602.141544
564.418940 573.805484 585.488975 631.928008 620.951139 586.156325 561.852597 534.506996

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

540.231500 525.572251 536.315327 582.811952 596.887986 619.702913 573.751933 540.603587

456.918371 455.338963 479.194717 485.770059 526.011262 516.999562 519.087828 515.234152

501.647762 482.516508 406.512908 422.603235 432.305670 479.854551 510.993209 533.430755

551.186687 530.892574 568.660605 515.221290 513.490576 470.981213 489.853661 488.061092

436.856136 485.706957 470.896202 453.294108 506.803517 499.312354 505.313320 567.007957

567.328677 560.113616 519.303895 519.140012 512.158149 468.880569 513.305592 469.538350

464.610976 463.712015 455.788609 505.038934 507.553310 532.118601 555.229560 524.449092

547.072709 532.522074 500.019552 523.901673 521.976794 511.336021 474.343087 470.961832

474.213214 443.435770 457.233507 522.286503 497.859523 552.642745 549.127853 520.989766

482.303121 492.031207 507.585846 547.662551 538.703239 506.318149 484.185906 454.701754

458.669946 443.642598 456.453138 498.862805 519.756537 540.757200 502.608597 480.553216

404.084164 392.117695 392.497692 385.456213 412.870764 401.326334 414.581325 426.168726

421.603380 80.078959 112.607682 58.762943 37.617672 59.357981 64.250096 51.122349 41.805991

22.492497 35.489817 31.890606 45.591516 44.311200 80.507178 87.409646 67.200017 59.860041

67.169605 92.073214 36.782650 39.973113 34.895614 52.832915 57.979405 55.165822 32.121740

28.207624 23.766545 61.054504 59.359486 65.739685 70.157159 70.902289 78.319156 63.516588

46.688579 35.243884 54.086819 45.287925 52.906060 40.935651 28.857329 22.420168 20.003086

63.548353 71.657195 56.907044 62.447525 93.124859 83.740383 61.545579 50.883016 35.815657

44.482310 54.645859 91.205017 74.913976 44.144992 33.271664 28.514115 58.254058 46.030963

66.013255 77.267413 95.170236 96.442356 70.729303 53.159139 35.936251 46.622312 69.961686

117.289860 101.520491 68.200380 44.893846 40.547613 60.388165 53.022605 70.461245 93.446037

445.649069 425.974683 316.602369 344.434409 407.569074 430.082405 460.436501 488.253903

470.359423 496.586794 390.525199 434.119454 370.227924 415.335870 427.015922 365.708225

420.803098 364.908182 387.881454 409.702010 403.161832 430.291328 480.536359 487.275037

466.689595 427.209491 430.499009 434.561250 413.046482 380.970522 383.470015 410.546530

370.369622 374.898527 394.728654 438.925293 437.019520 447.541150 453.185573 452.542948

460.279360 419.347708 457.257491 432.845330 425.575235 408.704468 381.506247 383.740902

367.821943 372.812997 415.744271 427.607513 466.192741 483.666564 430.435819 402.916424

407.252912 422.177173 451.639765 448.249774 417.064953 395.815803 369.002892 369.582679

340.843403 381.031510 412.692275 432.929928 470.996627 475.882303 502.704299 444.847730

400.739996 385.418976 352.380886 352.003366 333.161940 332.413546 340.439241 329.296375

627.377127 509.463994 576.012486 618.522746 687.773432 655.456323 657.912087 684.957482

692.803844 698.109752 630.504331 654.730084 618.770970 603.263920 634.596533 615.943438

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

615.815382 617.202452 585.767503 649.279737 636.030051 660.990242 707.166772 716.305592
688.148177 653.534354 660.194032 652.160289 623.354547 645.074738 609.416783 604.705244
605.473817 600.892552 626.787330 648.059899 647.183705 670.894390 670.541207 676.789056
674.052871 644.515092 672.807983 659.495687 641.238462 625.739174 609.455478 604.511395
585.484257 598.814356 654.740012 640.391321 683.945135 689.996495 661.771802 623.350792
628.479499 640.349719 686.348498 672.080624 639.211226 617.121512 591.947968 594.063586
575.780654 593.186207 641.244069 655.116200 699.111477 689.938653 651.533015 548.470887
514.401640 541.033901 554.421390 610.520377 613.150940 633.194075 626.253814 570.784713
346.911386 274.107955 475.033531 478.383633 453.279443 425.879289 449.824830 471.992351
461.306137 409.554196 429.736537 402.320168 436.569502 355.560257 361.911935 379.085525
390.211477 426.460310 336.897373 422.525183 423.574445 450.175759 481.061257 492.944712
460.194312 439.592580 436.589675 420.232653 391.375739 426.512544 394.440562 367.679997
386.198851 371.006196 415.680929 411.194547 438.457151 470.325294 442.624488 463.680842
429.285364 431.598073 442.241433 456.612925 407.152862 404.615366 385.374033 372.918064
358.945786 371.891329 446.204342 408.765110 449.442706 438.450366 442.329971 402.246132
400.404209 414.409104 463.676193 447.353183 425.376333 406.807548 371.682951 367.252500
353.375882 366.985624 423.248290 428.523931 440.706321 404.806871 346.675904 285.813562
267.640279 339.177005 403.922628 496.627145 512.774425 477.888247 424.337536 349.606994
100.993846 86.511706 106.997988 96.100758 88.284197 85.007784 86.083302 65.977526 79.987146
97.443781 103.363251 102.245627 102.229571 106.142743 118.636675 118.736235 105.615864
98.990930 99.987482 104.805886 98.462665 90.046436 60.355780 90.490956 64.583681 71.778337
93.599437 107.756451 102.629408 103.849215 96.807422 85.579657 82.831297 81.722490
104.130275 96.263521 88.521202 78.983417 77.841916 54.845917 61.756802 59.073943 81.950455
88.930044 108.094056 73.647148 85.493168 79.430137 82.769502 83.130008 100.979004 93.234431
81.260804 77.315662 78.783948 61.168479 57.790352 72.348764 71.907377 102.596092 114.364194
72.275289 90.522457 83.432154 95.979357 65.656034 93.887650 101.707500 94.016964 88.587771
73.976254 65.144553 95.184919 83.236246 71.391866 113.538916 117.212173 75.392535 80.847454
80.663150 393.145282 456.258459 459.521128 431.505286 465.002711 481.833658 519.045858
498.047442 552.481958 469.705371 527.501755 534.229574 498.923607 496.438541 480.932301
428.989252 451.252824 494.556838 478.622085 509.956831 503.671689 542.411886 506.205614
578.244317 558.243033 546.879593 517.776485 539.131802 496.016464 481.595875 478.608618
474.458908 465.859896 454.872332 508.535803 508.180361 517.631056 526.046999 546.431752
553.438158 538.384759 499.898419 484.961568 540.944655 563.899863 509.365087 456.025833

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

472.343940 440.034820 473.400104 493.625078 520.556186 528.142001 521.780613 530.505856
513.879907 488.937603 477.276813 542.962592 585.107209 562.956684 479.484927 458.527900
454.755304 435.884906 470.684537 491.531715 521.230776 548.270217 484.819190 432.289093
362.489840 342.034163 352.706025 389.978025 423.383922 453.616924 452.039562 452.820780
448.255356 505.369566 543.376051 536.652672 501.215791 527.550038 565.477447 605.721036
584.783524 620.197063 570.990570 605.804385 616.548057 580.203378 581.854818 549.047850
517.039984 534.610797 571.240202 562.647832 586.078919 585.961930 628.813254 587.012693
657.902706 642.559508 625.532000 598.671345 615.625879 576.021131 562.056881 558.385419
552.885156 543.727239 537.167572 586.261987 591.530234 596.816812 608.483018 624.378216
633.621052 618.261166 578.626131 566.459699 625.766345 638.323738 588.196239 540.583587
551.018803 523.667340 555.729889 575.578467 598.018790 611.792084 603.391972 613.173109
590.978116 572.205985 559.258573 623.681728 662.804348 644.822881 561.063088 537.135555
537.071891 517.576545 549.489168 573.210639 602.508611 625.108559 571.792869 535.481895
474.678039 451.749433 452.086740 474.719407 496.898325 517.744920 510.763896 520.961515
526.115426 447.977874 454.157261 439.590169 398.716982 442.478875 497.273021 534.990505
501.140221 525.348723 506.709151 522.741176 537.511642 503.357063 502.316966 469.035551
453.872336 456.215666 483.344709 487.973409 501.955951 506.588967 544.797463 509.280127
577.860492 564.611098 543.607117 519.565244 531.398679 498.053363 480.251160 476.688129
470.663607 461.022761 457.451216 504.382083 511.932077 515.220010 529.227293 538.771355
549.872637 541.435992 496.234387 485.468242 550.045463 550.370040 502.968774 463.531811
468.087907 442.864632 475.460517 494.406394 515.633735 530.304397 525.214049 533.722097
509.319781 494.733208 475.962327 539.040797 573.309844 562.962967 484.820907 454.524492
457.245436 438.530745 466.805206 493.024925 524.613945 546.097788 499.837424 472.298782
421.666112 389.478199 368.751261 374.570782 389.816465 406.684049 405.231993 430.120673
446.940578 52.997974 73.193454 40.029493 60.236015 55.503576 58.836453 46.981016 44.041389
36.837396 31.617380 34.466704 35.342351 28.846309 34.602502 47.115033 50.611611 57.721671
58.281772 37.758297 45.139136 39.027529 43.264021 52.660175 72.481093 79.683221 51.464200
35.090647 28.321873 36.588666 43.092355 48.778540 67.320850 69.676093 82.640084 33.032471
37.676722 38.561856 51.328057 51.745554 60.490938 66.358924 82.795154 51.958028 54.644606
32.372480 48.904902 81.503080 64.548323 88.870474 60.970242 43.156254 42.990687 44.269631
53.941693 57.603650 59.434056 76.447666 93.997038 51.876070 47.097096 40.131398 74.306477
69.258460 84.805402 100.946373 81.085771 51.225041 38.401301 55.723517 55.095823 69.321655
97.326652 107.004981 95.028933 57.926418 39.404261 38.756829 60.348670 67.845153 91.691574

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

411.510733 480.360098 338.494753 332.671133 355.919635 368.687543 440.823016 449.697357
499.666402 415.820046 433.349812 442.809691 423.000384 408.970941 417.647626 430.605841
362.881310 405.178462 401.555721 432.653181 410.809619 430.944570 451.990558 503.866627
459.385063 500.725835 401.102020 458.328036 393.793427 397.825017 400.841767 408.362594
354.718952 386.144089 415.031435 405.054738 452.841578 440.425541 438.832787 462.090701
474.082201 405.409329 394.639023 463.284320 479.821221 437.690051 356.629637 355.995134
378.538820 363.525204 419.138573 426.497891 448.490341 444.873770 466.261195 408.462736
399.730133 379.444208 452.258402 472.312981 481.219074 390.455660 377.639203 379.309921
346.854628 386.431116 405.959403 447.419060 469.090594 476.308808 499.738656 466.815208
403.861315 352.892677 337.370532 343.407938 321.218974 315.175317 345.634933 354.208027
557.083648 596.934786 575.890500 586.028287 644.724346 642.597477 650.472646 645.954881
695.404339 621.395156 666.642537 669.980523 627.750279 631.164427 646.950199 618.521248
575.693671 640.523475 624.053031 650.779166 635.452859 668.136570 657.692424 712.440035
707.088374 685.526279 651.528345 678.715381 635.190904 625.540343 613.595660 611.189526
599.758964 591.543549 651.880111 641.648257 662.041036 658.679834 680.122082 689.739239
682.351871 626.638315 630.160549 685.852641 701.388482 653.193468 590.897823 593.528030
581.802149 604.483859 632.457303 654.606796 666.215918 665.976773 674.234724 644.229309
625.051820 605.493904 678.628326 709.870487 698.549871 612.938191 601.967146 599.700775
571.040210 608.913159 635.123872 666.396265 694.553788 679.659360 654.167303 564.437043
512.323381 505.068367 541.129786 591.705338 608.942175 621.422028 626.495915 597.270673
335.522515 314.758853 458.831814 440.534431 464.164432 450.671247 435.598628 432.089955
440.142069 410.705966 437.825486 447.512900 405.012646 415.904453 399.770819 358.566650
390.341629 389.417639 409.229491 411.156739 423.150042 443.153946 435.533239 473.913927
518.801582 414.791243 453.356994 435.021716 436.982542 410.988069 398.202815 368.626597
380.311035 348.021583 433.729064 429.663589 419.840583 441.854054 458.717405 472.787455
450.798185 403.630441 425.554489 454.139717 448.786935 410.556670 355.668005 393.378752
348.947030 402.518540 404.217982 422.928007 448.951483 433.968775 445.679855 419.695570
393.741740 393.891003 438.564168 486.796166 461.686619 394.069028 387.842116 355.027139
347.115522 389.350428 405.090092 438.129951 441.413485 383.822755 361.630706 288.035031
260.109643 309.767700 394.554653 485.297705 535.651550 479.004596 429.270321 373.774041
126.887093 86.573795 112.362569 105.221280 100.564743 76.337879 95.718920 96.914802
89.219280 107.622147 107.200054 102.657229 101.552237 110.296053 117.021535 111.854992
112.804329 92.998838 97.995226 100.089579 98.493243 83.795600 82.071629 69.884701 59.065111

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

55.514077 92.822673 107.701135 111.315867 103.875785 99.059123 92.393858 86.920383 78.116708
106.537444 98.421384 82.670672 82.515956 82.417011 62.808931 58.324631 54.554306 90.881197
90.766175 107.440458 82.494252 84.318326 92.446613 79.145506 81.352462 106.890243 92.666832
80.156380 77.664408 68.170122 50.840710 48.759973 65.522906 65.941334 97.659340 105.187778
94.369858 93.495595 87.595858 86.664701 74.556169 94.729861 103.167177 86.237070 90.056741
71.093229 62.408565 96.529051 85.022319 75.668663 110.690692 110.741253 76.870102 89.570841
88.596210 359.201481 450.150526 473.920388 426.641217 462.575512 460.137183 484.231635
538.209058 510.895864 484.862519 525.451156 519.817555 476.385919 485.222038 468.781186
425.652783 431.244051 515.892311 471.808210 509.758252 497.572419 504.143345 519.799290
509.273650 543.257564 501.626077 494.012596 523.812198 485.412625 485.315658 453.082234
465.416783 469.108245 463.015079 508.416613 501.461225 532.878073 525.011691 528.435452
524.944623 530.179162 534.661876 494.831707 519.967602 535.079494 477.543751 450.325266
445.525883 443.675353 466.714835 492.323233 523.333200 515.306199 529.541781 510.213824
527.097942 500.648054 478.221566 509.885378 557.182600 523.246094 439.991908 446.977947
431.332245 441.852113 462.837161 476.863694 494.879520 529.546754 485.596637 426.213796
371.826997 340.241940 358.565540 388.499513 414.224591 418.499229 445.697996 428.148889
439.282460 472.752887 538.232877 546.211390 496.085060 529.229079 536.558621 564.902841
616.776853 595.392624 586.965720 597.397800 596.528652 561.580346 570.366817 533.416058
511.713482 512.909764 594.017790 556.224823 588.116261 582.449686 585.572170 603.119201
590.805133 624.199408 579.293082 580.708799 601.516196 563.138342 564.381114 535.372981
542.224986 548.569549 545.587989 585.463174 583.100360 611.497262 604.261124 610.896393
605.309794 608.026493 616.742209 573.522216 604.069007 611.977232 559.277416 535.182552
523.665686 529.395574 545.755136 573.211855 604.186681 596.741681 608.971972 592.787782
605.062525 581.928912 557.318530 589.111070 635.009953 604.526450 522.215125 526.219832
514.195062 522.126689 542.645836 559.393819 574.763138 605.427683 576.514790 527.047971
484.550725 450.457858 459.146107 473.241868 488.809181 476.100765 504.054525 495.436987
517.884400 418.407401 449.803697 446.222110 394.396096 443.072779 463.457363 495.226238
524.897015 509.228731 521.669381 511.766107 515.525490 485.191376 491.350322 452.069815
444.607211 436.037357 505.107058 481.485369 503.505762 503.869119 509.997759 521.685229
510.112749 541.296088 497.847101 506.226214 516.694532 484.736334 483.008287 455.296265
456.975811 466.331636 467.072673 502.398974 504.326564 528.250957 521.673044 529.973145
519.810719 525.765322 543.347709 488.313008 530.294304 526.044381 474.987702 457.460037
443.762292 449.511440 464.631154 491.857177 521.642115 515.447800 531.997532 512.889784

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

525.629443 501.900291 476.415045 504.878925 545.736440 521.883437 446.183431 443.940495
433.307675 444.793033 458.903669 480.522602 494.550570 523.378177 506.055576 462.800034
430.060580 387.544304 374.745831 372.522428 381.249412 365.851309 398.066693 405.308523
438.857764 68.602518 69.164637 43.817816 74.457523 66.753527 63.884042 45.635777 52.908342
47.170237 46.282334 47.615152 31.547538 34.934390 34.507918 57.317466 67.518844 70.630909
50.356794 39.946012 36.101823 38.500243 47.050949 66.985656 41.831546 69.332324 35.753380
42.800364 28.787547 40.303569 44.096115 54.550321 77.777713 71.603453 76.650602 30.403297
43.270529 38.745262 49.956809 50.452178 48.109762 65.139297 59.564525 60.726423 46.841570
38.641920 60.795017 90.503511 68.882311 86.352254 65.751854 36.171432 49.655657 44.510722
53.090916 48.788806 52.924058 75.291721 97.838318 56.560842 33.732342 31.859721 88.918678
81.389693 94.994137 93.368053 78.497832 54.205749 39.616591 50.203920 55.695634 68.425501
101.537174 107.784305 99.568675 61.763267 42.844050 43.429111 55.872047 75.580568 88.824174
376.140380 464.399985 347.038532 330.140334 361.298701 359.557194 368.479530 422.274096
453.404203 388.229277 419.239684 422.785520 402.381420 391.573487 410.610105 430.270539
344.519219 429.197647 407.583163 418.671503 408.361220 426.498323 456.143080 449.607676
440.133624 480.882954 418.217991 442.505148 383.984582 401.318547 373.044565 385.627708
354.028099 396.318843 412.193801 400.877972 465.395279 423.927985 427.001757 428.200803
451.435174 463.277588 379.543826 434.032296 454.648122 403.887200 362.232527 328.204755
388.594526 360.754327 405.627264 433.402049 441.089821 446.331889 448.554269 432.459479
406.744529 385.195827 419.713790 452.452286 437.923302 352.977481 365.026305 367.731360
356.397866 372.100688 402.194933 419.852881 440.860371 479.863563 492.785254 479.055466
400.856428 352.445370 328.343922 332.473968 301.051455 301.895781 319.057036 345.277470
525.542189 577.684936 587.770230 582.225843 642.883754 627.401798 618.166097 664.159204
639.261577 633.071593 650.926168 653.540970 614.240979 620.151569 634.140110 612.948446
564.185799 655.440521 620.861308 650.400154 635.772296 645.179925 652.335234 648.362154
692.989029 659.646612 641.283776 662.529815 625.976996 629.769591 595.386868 594.191444
599.361852 599.660748 653.985232 634.342030 666.969311 650.656095 665.505296 662.880549
669.890234 669.881269 621.889731 659.066946 669.709772 615.058817 585.071285 574.029722
582.770669 606.998985 626.271121 659.309507 656.791686 674.780481 659.259398 657.508924
637.261420 605.614974 649.204681 686.243467 658.540371 574.918766 587.763328 576.645484
577.549582 601.221880 622.477293 638.505472 677.527001 676.448945 645.158905 574.790864
513.613150 505.841614 532.927896 580.252004 570.906001 612.424947 600.852309 592.096042
316.370544 318.693832 450.489900 429.070265 447.401676 429.722681 435.623946 410.485577

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

399.966177 424.833156 421.089186 437.012779 399.377882 411.345269 386.531183 336.449306
377.615953 393.208514 410.696323 421.852101 427.521094 425.093507 397.442622 428.924137
496.583516 410.840869 436.225243 421.023809 419.443352 404.308442 388.898481 356.503083
375.766026 358.244301 430.632822 414.318968 410.238107 443.583824 448.109994 446.799795
455.034242 417.850257 417.557115 425.170759 406.675088 377.332004 343.363017 383.812811
348.963920 399.610962 405.638622 425.616378 447.821812 438.418602 440.507730 418.501394
422.479904 383.646341 423.495408 460.905046 433.526402 357.897686 368.327420 334.356740
350.359114 388.647445 389.993600 416.570830 437.599770 379.164039 344.589755 297.789192
266.651607 308.402382 381.684239 475.376676 493.251722 469.347397 403.860881 370.730339

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

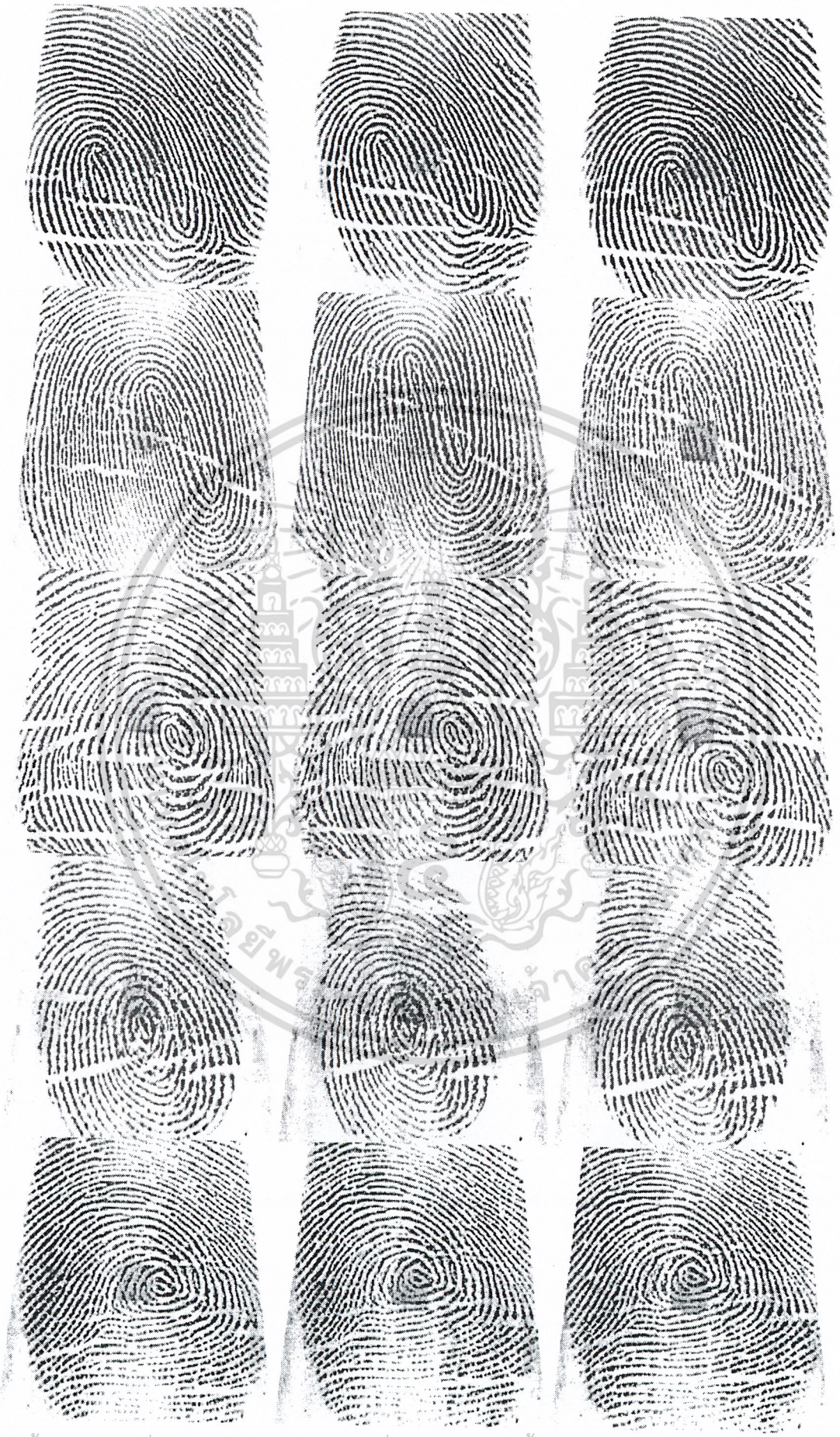
ภาพลายนิ้วมือที่มีข้อมูลลายนิ้วมือในฐานข้อมูล

ต่อไปนี้จะเป็นภาพลายนิ้วมือที่เก็บไว้ในฐานข้อมูลของระบบตรวจสอบลายนิ้วมือ ซึ่งมีข้อมูลลายนิ้วมือของคน 50 คน และจะเก็บข้อมูลไว้คนละ 3 ลายนิ้วมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

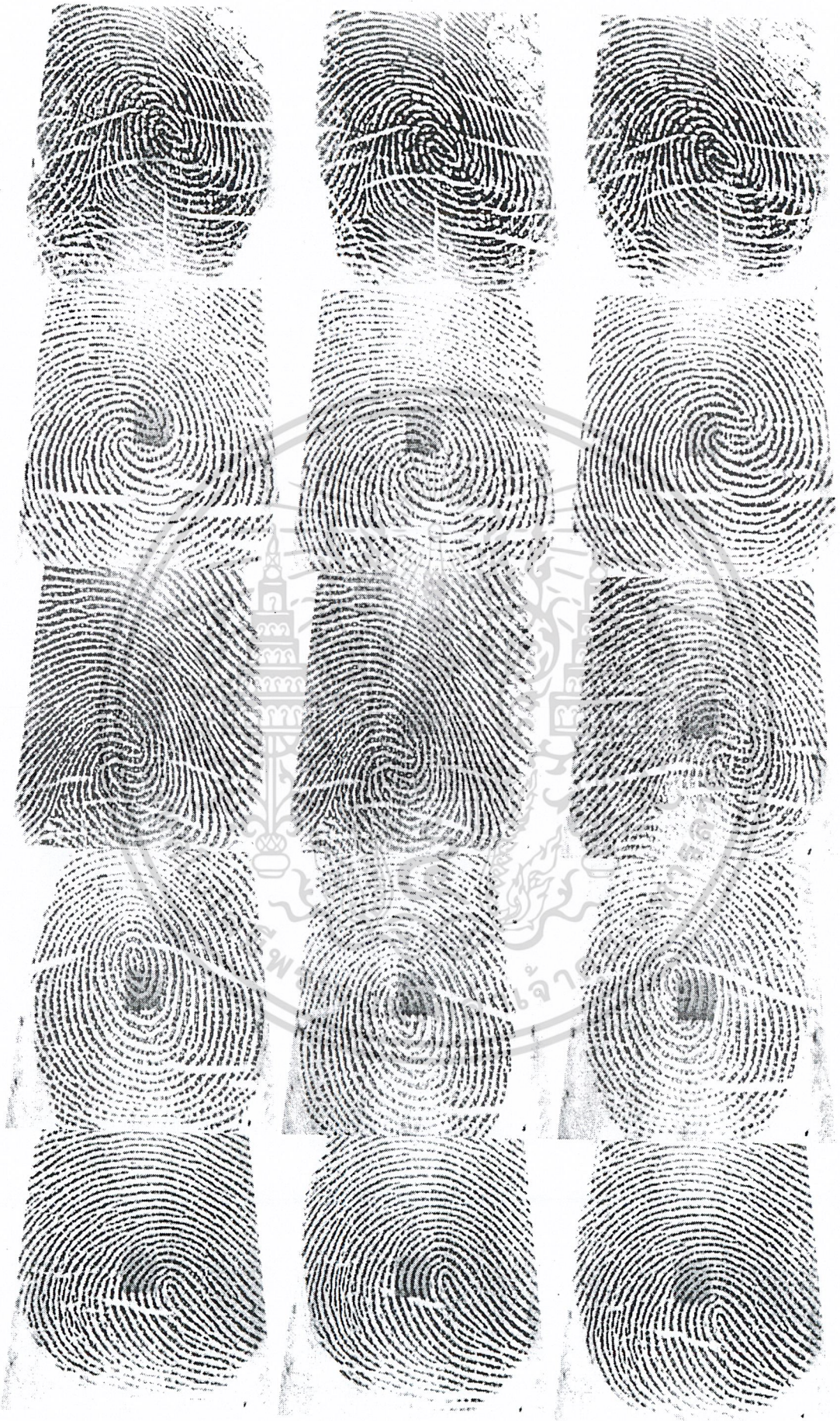
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

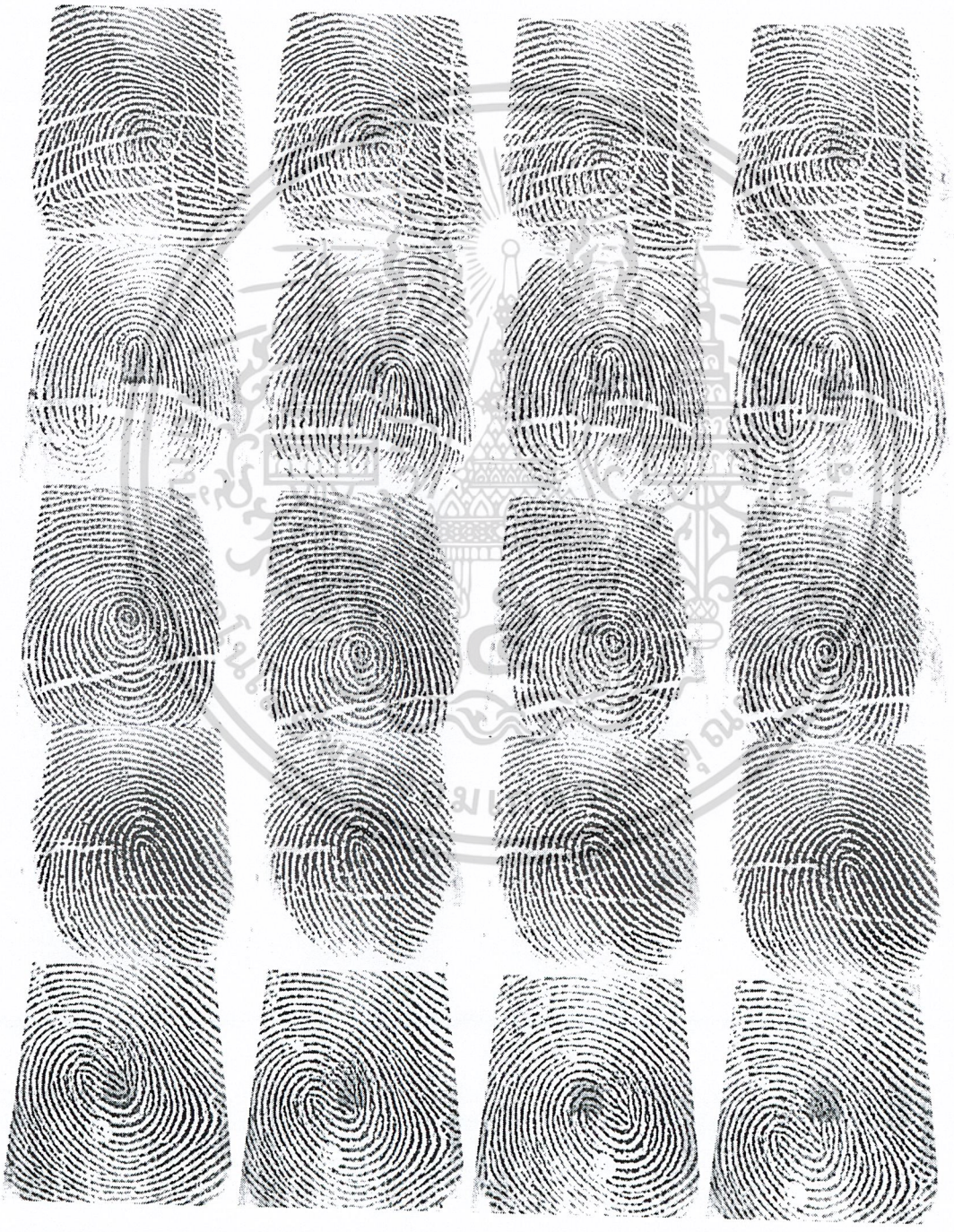
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง

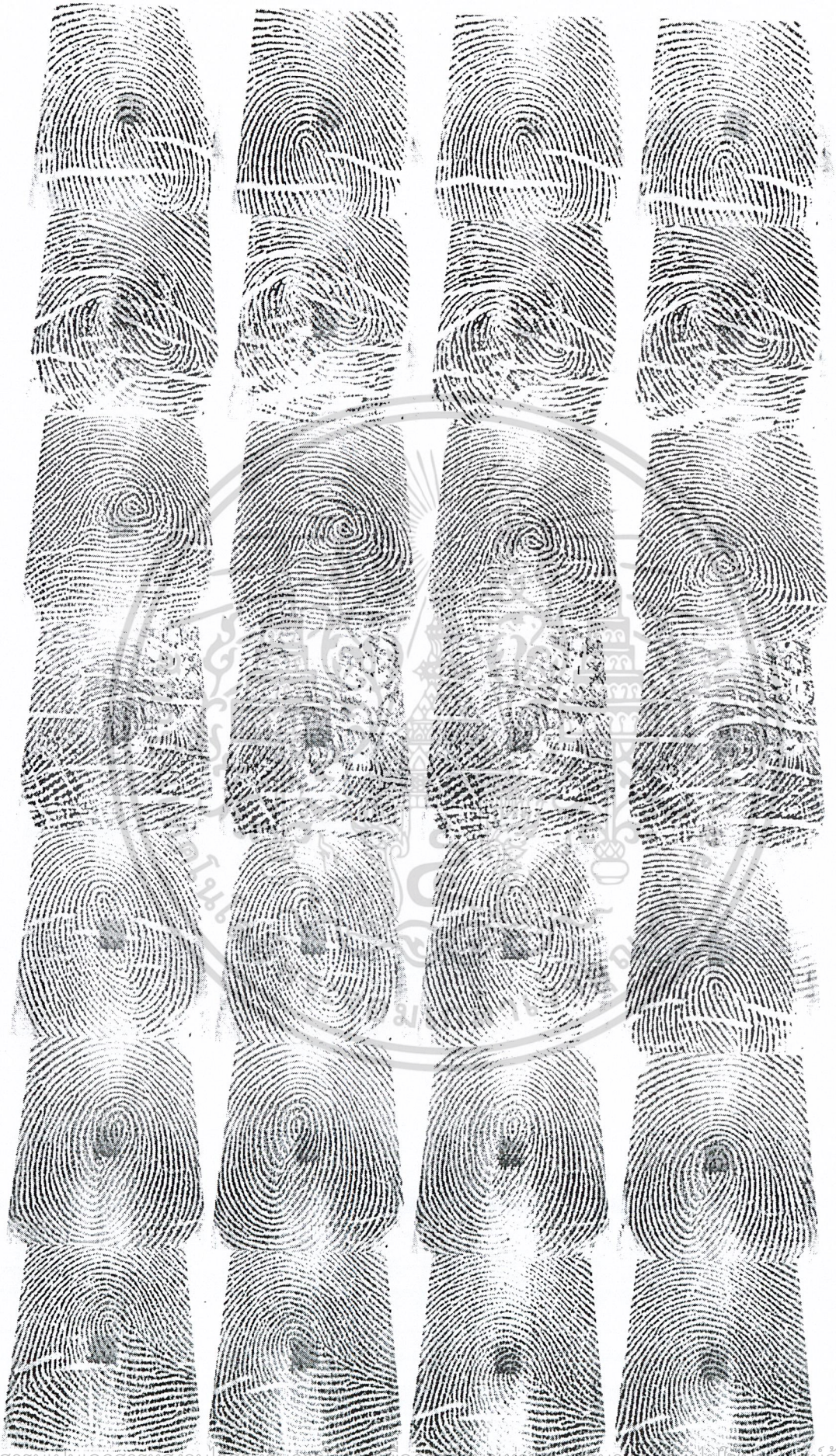
รูปลายนิ้วมือที่ใช้ในการทดลอง

จากการทดลองในบทที่ 4 ที่ได้กล่าวถึงจำนวนของกรณีการทดสอบ ที่ใช้คน 19 คน มาทดลองสแกนลายนิ้วมือ คนละ 4 ลายนิ้วมือ แล้วเก็บค่าลายนิ้วมือได้ทั้งหมด 76 ลายนิ้วมือ แต่ไม่ได้แสดงตัวอย่างของลายนิ้วมือไว้ให้

ในภาคผนวก ค. จึงแสดงรูปภาพของลายนิ้วมือที่ใช้เป็นกรณีทดสอบ ทั้ง 76 ลายนิ้วมือให้ ดังนี้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บรรณานุกรม

[1] รศ.ดร.มนัส สังวรศิลป์ และวรรัตน์ ภัทรอมรกุล. 2543. **คู่มือการใช้งาน MATLAB ฉบับสมบูรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. กรุงเทพฯ : อินโฟเพรส.

[2] ศุภชัย สมพานิช. 2545. **Database Programming กับ VB .NET.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : อินโฟเพรส.

[3] สัจจะ จรัสรุ่งรวีวร. 2545. **คู่มือการเขียนโปรแกรมและใช้งาน Visual Basic .NET ฉบับสมบูรณ์.** พิมพ์ครั้งที่ 1. นนทบุรี : อินโฟเพรส.

[4] Rafael C. Gonzalez and Richard E. Woods. 2001. **Digital Image Processing.** Second Edition. Upper Saddle River, New Jersey : Prentice-Hall

[5] Paul Bourke. 1998. **2 Dimentional FFT.** [Online]. Available : http://astronomy.swin.edu.au/~pbourke/analysis/fft2d/.

[6] Anil K. Jain, Salil Prabhakar, Lin Hong and Sharath Pankanti. 2000. **Filterbank-Based Fingerprint Matching.** IEEE Transaction On Image Processing. Vol. 9. No. 5.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆ ทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้