บทที่ 2
สรุปสาระสำคัญจากเอกสารที่เกี่ยวข้อง

ในการพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบลายนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบการมาปฏิบัติงานของบุคลากร และส่งรายงานผ่านอีเมล์แบบอัตโนมัติ ได้ทำการศึกษาทฤษฎีและหลักการต่างๆที่สามารถนำมาประยุกต์เข้ากับงานได้ โดยแบ่งออกเป็นหัวข้อต่างๆ ได้ดังต่อไปนี้

2.1) การพิสูจน์ตัวตนโดยใช้เทคโนโลยีการสแกนลายนิ้วมือ (Biometrics)

2.2) เทคโนโลยี Biometrics

2.3) เทคโนโลยีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

2.4) การผลิตซอฟต์แวร์แบบตัวต้นแบบ (Prototyping Development)

2.1) การพิสูจน์ตัวตนโดยใช้เทคโนโลยีการสแกนลายนิ้วมือ (Biometrics)

การระบุตัวบุคคลด้วยการใช้ลายนิ้วมือนั้นได้รับความนิยมอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน เพราะผิวหนังนิ้วมือของคนเราที่ประกอบด้วยส่วนที่เป็นร่อง (Furrow) และส่วนที่เป็นเส้นหรือสัน (Ridge) ที่เราเรียกรวมกันว่าลายนิ้วมือ ซึ่งมีความเป็นเอกลักษณ์เฉพาะบุคคลและมีความคงสภาพไม่เปลี่ยนแปลง นอกจากนี้ลายนิ้วมือสามารถนำมาตรวจสอบและประมวลผลได้ง่ายและรวดเร็ว อีกทั้งโครงสร้างลายนิ้วมือมีความซับซ้อนยากต่อการซ้ำซ้อนกับบุคคลอื่น ซึ่งทำให้การระบุตัวบุคคลโดยการใช้ลายนิ้วมือเป็นวิธีการตรวจสอบทางชีวมาตรที่ง่ายกว่าวิธีชีวมาตรวิธีอื่นๆในปัจจุบัน

เทคโนโลยีชีวภาพ หรือ Biometric คือการผสมผสานเทคโนโลยีทางด้านชีวภาพและทางการแพทย์ กับเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยการตรวจวัดคุณลักษณะทางกายภาพ (Physical Characteristics) และลักษณะทางพฤติกรรม (Behaviors) ที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนมาใช้ในการระบุตัวบุคคลนั้นๆ แล้วนำสิ่งเหล่านั้นมาเปรียบเทียบกับคุณลักษณะที่ได้มีการบันทึกไว้ในฐานข้อมูลก่อนหน้านี้ เพื่อใช้แยกบุคคลนั้นจากบุคคลอื่นๆ นอกจากนี้ยังสามารถใช้

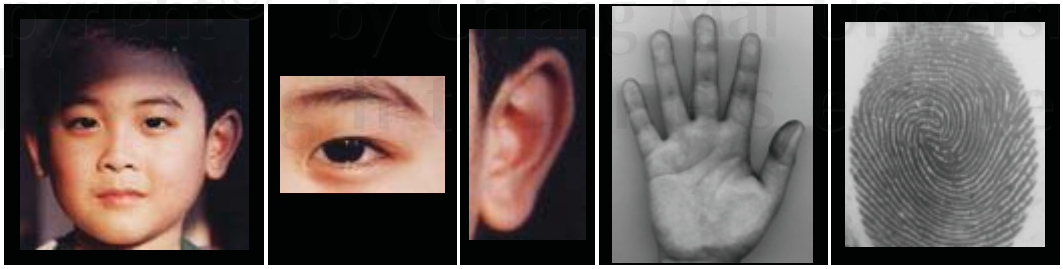
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ในการตรวจสอบบุคคลคนนั้นในกรณีที่อาจเป็นผู้ต้องสงสัยในการละเมิดกฎหมายได้อีกด้วย คุณลักษณะทางกายภาพของคนเรานั้นส่วนใหญ่จะไม่เปลี่ยนไปตามกาลเวลา ในขณะที่พฤติกรรมอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ จึงทำให้การพิสูจน์บุคคลโดยการใช้ลักษณะทางกายภาพนั้น มีความน่าเชื่อถือมากกว่า ตัวอย่างของคุณลักษณะทางกายภาพที่นิยมนำมาใช้ ได้แก่ ลายนิ้วมือ ม่านตา ช่องตาดำ ฝ่ามือ และรูปหน้า เป็นต้น

เสียงพูด หรือการลงลายมือชื่อ การใช้แป้นพิมพ์ ซึ่งจัดเป็นคุณลักษณะทางพฤติกรรมของบุคคล ที่สามารถเปลี่ยนแปลงได้ตามกาลเวลาและการเรียนรู้ มีข้อดีอย่างหนึ่งของการใช้ Biometric ประเภทนี้ก็คือ ใช้ง่าย เป็นที่ยอมรับของผู้ใช้ และมีอัตราเสี่ยงต่อการติดเชื้อต่ำ เนื่องจากไม่ต้องนำอวัยวะที่ไวต่อการติดเชื้อ (เช่น ดวงตา)ไปสัมผัสกับอุปกรณ์ที่ใช้ในการอ่านข้อมูล Biometrics

2.2 เทคโนโลยี Biometrics

Biometrics (ไบโอเมตริกซ์) หรือ **Biometry** มีการนำมาใช้กันตั้งแต่อดีต โดยเป็นศาสตร์ด้านหนึ่งในการนำเอาวิธีการทางคณิตศาสตร์ หรือวิธีการทางสถิติ มาใช้ในการวิเคราะห์แก้ไขปัญหาทางด้านชีววิทยาต่างๆ เช่น การใช้วิธีทางสถิติวิเคราะห์ผลกระทบของมลพิษที่มีผลต่อสุขภาพของบุคคล, การวิเคราะห์ข้อมูลสภาพอากาศที่มีผลต่อการเพาะปลูก เป็นต้น แต่ความหมายของ Biometrics ซึ่งเป็นศาสตร์ที่เกี่ยวข้องกับการใช้กระบวนการ ในการระบุตัวบุคคลหรือตรวจสอบตัวบุคคลโดยอัตโนมัติ คือการใช้ลักษณะทางกายภาพ ที่แตกต่างกันแต่ละบุคคล เช่น รูปแบบของลายนิ้วมือ(Fingerprint) , รูปลักษณ์ของมือ (Hand Geometry), ลักษณะของเรตินา (Retina Pattern), ลักษณะของม่านตา (Iris Pattern) รูปลักษณ์ใบหน้า (Facial) เป็นต้น หรือใช้ลักษณะทางพฤติกรรมของแต่ละบุคคล เช่น เสียง (Voice) , เอกลักษณ์ในการพิมพ์ (Keystroke Dynamics), ลักษณะท่าทางในการเดิน (Gait recognition) เป็นต้น



รูปที่ 2.1 ลักษณะต่างๆ ทางด้านชีวภาพของคน

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการที่ทำให้ระบบคอมพิวเตอร์สามารถระบุบุคคลได้โดยอัตโนมัติ คือ การเลียนแบบพฤติกรรมของมนุษย์ มนุษย์ใช้วิธีการทางไบโอเมตริกซ์ ในการระบุ ตัวบุคคลอยู่ตลอดเวลา นั่นคือ ใช้ลักษณะจำเพาะทางรูปร่าง ใบหน้า น้ำเสียง หรือกลิ่น ของแต่ละบุคคลในการระบุว่าคนที่เราพบเป็นคนที่เรารู้จักหรือไม่ ดังนั้นจึงอาจกล่าวได้ว่าไบโอเมตริกซ์ เป็นรูปแบบหนึ่งของปัญญาประดิษฐ์ (Artificial Intelligence)

การระบุตัวบุคคลโดยใช้ไบโอเมตริกซ์ สามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้ทั้งในภาครัฐบาลและภาคเอกชน เช่น งานทางด้านรักษาความปลอดภัย, ช่วยผู้รักษากฎหมายในการจับตัวผู้กระทำผิด, ช่วยในการตรวจสอบผู้ใช้งานของระบบเครือข่ายคอมพิวเตอร์, การจัดการระบบบริหารงานบุคคล (เช่น งานตรวจสอบเวลาการทำงาน), ช่วยในการตรวจสอบตัวบุคคลในการซื้อขายสินค้าผ่านทางอินเทอร์เน็ต, การจัดการเรื่องการพิสูจน์ตัวบุคคลของสถาบันการเงิน เป็นต้น

ไบโอเมตริกซ์สามารถแบ่งออกเป็น 2 ประเภทใหญ่ๆ คือ การใช้ลักษณะทางกายภาพ (Physiological Biometrics) และการใช้ลักษณะทางพฤติกรรม (Behavioural Biometrics) ในการระบุตัวบุคคล

ลักษณะทางกายภาพ (Physiological Biometrics)

- ลายนิ้วมือ Fingerprint
- ลักษณะใบหน้า Facial Recognition
- ลักษณะของมือ Hand Geometry
- ลักษณะของนิ้วมือ Finger Geometry
- ลักษณะใบหู Ear Shape
- Iris และ Retina ภายในดวงตา
- กลิ่น Human Scent

ลักษณะทางพฤติกรรม (Behavioural Biometrics)

- การพิมพ์ Keystroke Dynamics
- การเดิน Gait Recognition
- เสียง Voice Recognition
- การเซ็นชื่อ Signature

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

กระบวนการในการตรวจสอบ หรือระบุตัวบุคคลด้วย Biometrics ไม่ว่าจะเป็นการใช้ลักษณะเฉพาะแบบใดก็ตาม จะมีขั้นตอน ดังต่อไปนี้

1. ผู้ใช้ระบบต้องให้ตัวอย่าง (Samples) ของลักษณะทางไบโอเมตริกซ์ ที่จะใช้ หรือเป็นการลงทะเบียนเริ่มต้นก่อนที่จะทำการใช้ระบบ

2. ตัวอย่างทางไบโอเมตริกซ์ที่ถูกเก็บมาในขั้นตอนแรก จะถูกทำการแปลงและจัดเก็บให้เป็นแม่แบบ (Template) ที่จะใช้ในการเปรียบเทียบ

3. เมื่อผู้ใช้ต้องการที่จะใช้ระบบ ระบบจะตรวจสอบ หรือระบุผู้ใช้ โดยทำการเก็บตัวอย่างทาง ไบโอเมตริกซ์ ของผู้ใช้และทำการเปรียบเทียบกับ แม่แบบ (Template) ที่เก็บไว้ แล้วทำการตรวจสอบความเหมือนของตัวอย่างกับแม่แบบ จากนั้นก็จะทำการอนุญาต หรือปฏิเสธ การเข้ามาใช้งานระบบของผู้ใช้

เรียกขั้นตอนที่ 1 และ 2 ว่าเป็นขั้นตอนของการลงทะเบียน (Enrolment) ซึ่งจะเป็นการทำเพียงครั้งเดียว ก่อนการที่จะเริ่มใช้งาน ส่วนขั้นตอนที่ 3 เป็นกระบวนการตรวจสอบ (Authentication) หรือ ระบุตัวผู้ใช้ (Identification) ซึ่งผลของการตรวจสอบหรือระบุตัวผู้ใช้นี้มีผลออกมาได้ 4 กรณีดังนี้

1. Correct Accept : อนุญาตให้ผู้ใช้ที่มีสิทธิใช้ระบบ เข้าใช้ระบบ
2. Correct Reject : ปฏิเสธผู้ที่ไม่มีสิทธิใช้ระบบ
3. False Accept : อนุญาตให้ผู้ที่ไม่มีสิทธิ เข้าใช้ระบบ จำนวนของ False Accept ถ้าคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซนต์ จะเรียกว่า อัตราการอนุญาตผิดพลาด (False Accept Rate หรือ FAR)
4. False Reject : ปฏิเสธผู้ใช้ที่มีสิทธิใช้ระบบ ไม่ให้เข้าใช้ระบบ จำนวนของ False Reject ถ้าคำนวณออกมาเป็นเปอร์เซนต์ จะเรียกว่า อัตราการปฏิเสธผิดพลาด (False Reject Rate หรือ FRR)

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.3 เทคโนโลยีการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

การตรวจสอบตัวบุคคล (Authentication / Verification) กับการระบุตัวบุคคล (Identification / Recognition) โดยใช้ไบโอเมตริกซ์นั้น มีความหมายและขั้นตอนแตกต่างกัน การตรวจสอบตัวบุคคลเป็นกระบวนการที่ทำการตรวจสอบบุคคลผู้ที่มีสิทธิ ในการเข้าใช้ระบบว่าเป็นผู้นั้นจริง การตรวจสอบทำได้โดยการเปรียบเทียบตัวอย่างทางไบโอเมตริกซ์ (เช่น ลายนิ้วมือ,

เสียงพูด เป็นต้น ขึ้นอยู่กับลักษณะทางไบโอเมตริกซ์ที่ใช้เป็นเกณฑ์) กับข้อมูลแม่แบบ (Template) ที่บุคคลนั้นมีอยู่ในระบบ (ข้อมูลแม่แบบได้มาตั้งแต่การเริ่มลงทะเบียน หรือ Enrolment ก่อนการใช้ระบบ) ดังนั้นจึงเป็นการเปรียบเทียบเพียงครั้งเดียว ก็จะได้ผลลัพธ์ว่าอนุญาตหรือปฏิเสธ

ส่วนการระบุตัวบุคคลนั้นระบบจะต้องทำการเปรียบเทียบตัวอย่างทางไบโอเมตริกซ์ กับฐานข้อมูลแม่แบบทั้งหมด หรือเกือบทั้งฐานข้อมูล เพื่อระบุว่าบุคคลนั้นเป็นบุคคลใด ทำให้ต้องเสียทรัพยากรและเสียเวลามากกว่าการตรวจสอบตัวบุคคล อีกทั้งจำนวนข้อมูลแม่แบบที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูลมีผลโดยตรงต่อประสิทธิภาพ และโอกาสในการเกิดความผิดพลาดในการระบุตัวบุคคล ดังที่ Daugman J. ได้เสนอสูตรในการหาความสัมพันธ์ระหว่างจำนวนของฐานข้อมูลแม่แบบ กับโอกาสในการเกิดข้อผิดพลาด ดังต่อไปนี้

Pn = 1 - (1 - Pi) ^ N

Pn คือ ความน่าจะเป็นของการเกิด False Acceptance หลังจากการ*ค้นหาทั้งฐานข้อมูลแม่แบบ*

Pi คือ ความน่าจะเป็นของการเกิด False Acceptance ของ*การตรวจสอบตัวบุคคลเพียงครั้งเดียว*

N คือ ขนาดของฐานข้อมูลแม่แบบ

^ หมายถึง ยกกำลัง

ดังนั้นความน่าจะเป็นของการเกิดการผิดพลาดในการระบุตัวบุคคลจะแปรผันเพิ่มขึ้นอย่าง Exponential ตามขนาดของฐานข้อมูลแม่แบบ ตัวอย่างเช่น ถ้าระบบมีความถูกต้องในการตรวจสอบตัวบุคคล (Pi) ประมาณ 99% และมีขนาดของฐานข้อมูลแม่แบบอยู่ 100 แม่แบบ ดังนั้นความน่าจะเป็นของการเกิด False Acceptance หลังจากการค้นหาทั้งฐานข้อมูลแม่แบบจะเท่ากับ

Pi = 0.01

N = 100

Pn = 1 - (1 - 0.01) ^ 100 = 0.6339

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

ถ้าฐานข้อมูลแม่แบบมีขนาด 500 ค่า Pn จะเท่ากับ

Pn = 1 - (1 - 0.01) ^ 500 = 0.9934

ถ้าฐานข้อมูลแม่แบบมีขนาด 5000 ค่า Pn จะเท่ากับ

Pn = 1 - (1 - 0.01) ^ 5000 = 0.9999

จากสูตรข้างต้น มีนัยสำคัญคือการนำไบโอเมตริกซ์มาใช้ในการตรวจสอบตัวบุคคล จึงเป็นการง่าย และมีความแม่นยำ มากกว่าการใช้ไบโอเมตริกซ์ในการระบุตัวบุคคล ดังนั้นการนำเอาไบโอเมตริกซ์ไปใช้งานจึงต้องพิจารณาในเรื่องความเหมาะสม ประสิทธิภาพ และเวลาที่ใช้กับงาน

2.3.1 การใช้ลายนิ้วมือในการระบุตัวบุคคล

ลายนิ้วมือของแต่ละคน เริ่มปรากฏขึ้นตั้งแต่อยู่ในช่วงอายุ 3 ถึง 4 เดือนในครรภ์มารดา ซึ่งเป็นผิวหนังส่วนที่มีร่อง (Furrow) และมีสัน (Ridge) เอาไว้ใช้สำหรับอำนวยความสะดวกในการหยิบจับสิ่งของ สันและร่องที่ปรากฏนี้มีคุณลักษณะที่สำคัญสองประการ คือ ไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบตามกาลเวลา (แต่อาจเปลี่ยนขนาดได้) และ การมีรูปแบบเฉพาะในแต่ละคน

ลายนิ้วมือไม่เปลี่ยนแปลงรูปแบบ (Permanence) ตั้งแต่แรกเกิด จนกระทั่งวันที่เราตาย แต่อาจเปลี่ยนแปลงขนาดได้ตามขนาดร่างกาย

การที่ลายนิ้วมือมีรูปแบบเฉพาะในแต่ละคน (Individuality) เป็นคุณสมบัติที่สำคัญของลายนิ้วมือนั้น ตั้งแต่เริ่มมีการใช้เก็บและเปรียบเทียบลายนิ้วมือโดยใช้วิธีสมัยใหม่ ซึ่งได้กระทำมานานแล้ว ยังไม่มีการตรวจพบว่ามีการเหมือนกันของลายนิ้วมือ อีกทั้งถ้าจะอธิบายด้วยหลักการทางคณิตศาสตร์ และวิทยาศาสตร์ ก็มีการศึกษาของ Sir Francis Galton (1892) ซึ่งได้ประมาณไว้ว่าโอกาสที่คนสองคนจะมีลายนิ้วมือเหมือนกันนั้นมีความน่าจะเป็นอยู่ที่ *1/64,000,000,000* ซึ่งเป็นการประเมินค่าโดยใช้การแบ่งรายละเอียดรูปแบบของลายนิ้วมือออกเป็นส่วนๆ และหาความน่าจะเป็นของการซ้ำกันของแต่ละส่วนนั้น แล้วนำความน่าจะเป็นของแต่ละส่วนมาคูณกันเพื่อหาความน่าจะเป็นทั้งหมด ท่าน Sir Francis Galton นี้เป็นผู้ที่เริ่มทำการวิจัยอย่างจริงจังกับลายนิ้วมือ และถือว่าเป็นบุคคลแรกที่ศึกษาถึงการใช้ลายนิ้วมือในการระบุตัวบุคคล เป็นบุคคลแรกที่ทำการพิสูจน์ว่าลายนิ้วมือของแต่ละคนมีลักษณะเฉพาะ (Individuality) และไม่มีการเปลี่ยนแปลงรูปแบบ

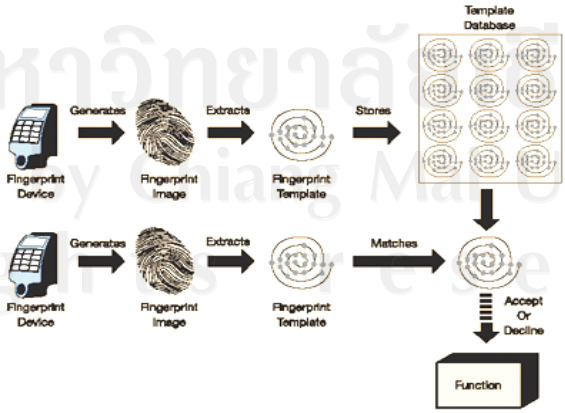
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

(Permanence) อีกทั้งยังเป็นผู้ที่กำหนดและแบ่งแยกประเภทของรูปแบบลายนิ้วมือที่ใช้กันอยู่จนถึงปัจจุบัน

ลายนิ้วมือของแต่ละคนนั้นมีลักษณะเฉพาะที่ไม่เหมือนกัน คู่แฝดแท้ (Identical Twin) ก็ยังมีลายนิ้วมือที่แตกต่างกัน (แต่มีรูปแบบ DNA เหมือนกัน !) รูปแบบของลายนิ้วมือนั้นมีลักษณะความคล้ายกันของคนภายในครอบครัว หรืออาจจะกล่าวได้ว่า รูปแบบของลายนิ้วมือมีการถ่ายทอดกันทางพันธุกรรม ซึ่งรูปแบบของลายนิ้วมือ สามารถแบ่งออกได้เป็นประเภทใหญ่ๆ ได้ 3 ประเภท คือแบบลายก้นหอย (Whorl) , ลายมัดหวาย (Loop) และ ลายโค้ง (Arch) ดังรูปที่ 2.2

รูปที่ 2.2 ลักษณะของลายนิ้วมือ

ระบบการตรวจสอบลายนิ้วมือที่ใช้กันอยู่ในปัจจุบันจะมีลักษณะการทำงานดังรูปที่7 นั่นคือ เมื่อทำการสแกนลายนิ้วมือแล้ว ระบบจะจดจำภาพลักษณะลายนิ้วมือไว้ จากนั้นจะนำภาพที่ได้จากการสแกนไปตรวจสอบกับภาพที่อยู่ฐานข้อมูลว่าตรงกันหรือไม่ ถ้าพบว่าตรงกันก็ให้จัดการในส่วนต่อไปได้



รูปที่ 2.3 รูปแบบของการตรวจสอบลักษณะลายนิ้วมือ

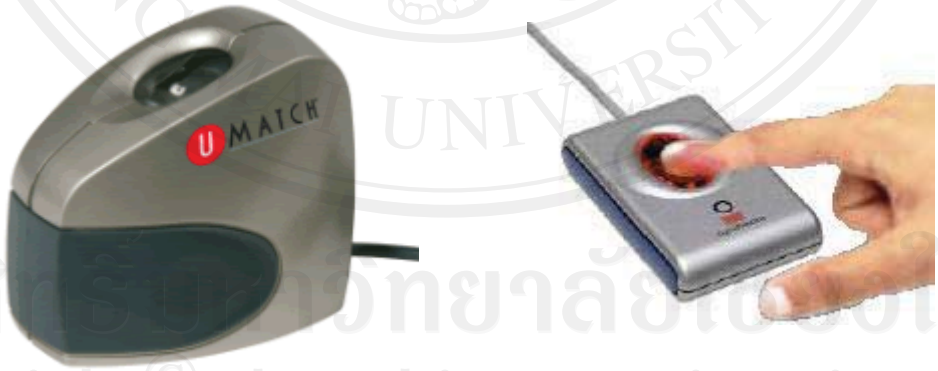
ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

รูปแบบลายนิ้วมือ สามารถแบ่งย่อยให้ละเอียดขึ้นไปได้เป็น ลายมัดหวายเอียงขวา (Right Loop) , ลายมัดหวายเอียงซ้าย (Left Loop) , ลายโค้งสูงแบบกระโจม (Tented Arch) เป็นต้น ลายนิ้วมือแบบลายก้นหอย (Whorl) มีประมาณ 30% ลายนิ้วมือแบบลายมัดหวาย (Loop) มีประมาณ 65% และลายนิ้วมือแบบลายโค้ง (Arch) มีประมาณ 5% การแบ่งลายนิ้วมือออกเป็นหลายประเภท เพื่อวัตถุประสงค์ในการเพิ่มความรวดเร็วในการตรวจสอบลายนิ้วมือ แต่ไม่ได้เป็นสิ่งที่ใช้ในการบอกความเหมือน หรือความแตกต่างระหว่างลายนิ้วมือ แต่เป็นการใช้ลักษณะของสัน (Ridge) ของลายนิ้วมือเช่น การสิ้นสุดของสัน (Ridge Ending), สันแบบลายจุด (Dots) , สันที่แตกแขนง (Bifurcations) หรือรูปแบบต่างๆของสันที่เกิดขึ้น เป็นสิ่งที่ใช้ในการเปรียบเทียบลายนิ้วมือ

ตัวอย่างอุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือ (Fingerprint Scanner)

อุปกรณ์ที่ใช้สแกนลายนิ้วมือในปัจจุบันมีราคาถูกลงมาก และมีแนวโน้มที่จะมีราคาลดลงอย่างต่อเนื่อง ทั้งนี้เนื่องมาจากความแพร่หลาย และการประยุกต์ใช้ลายนิ้วมือกันในงานด้านต่างๆ มากขึ้น ราคาเครื่องสแกนลายนิ้วมือส่วนใหญ่มีราคาต่ำกว่า 10,000 บาท อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือ มีอยู่หลายประเภท เช่น

อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือ มีอยู่หลายประเภท เช่น



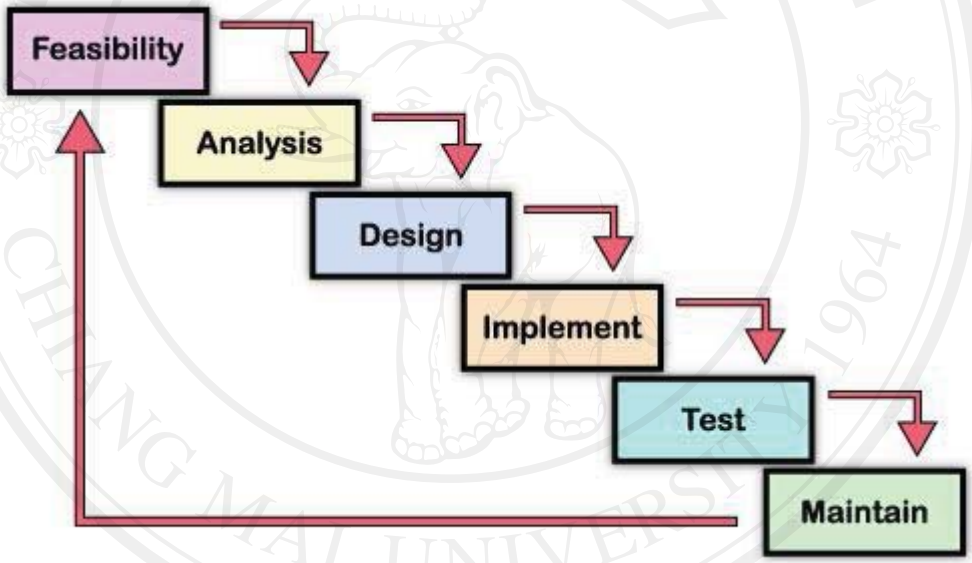
คีย์บอร์ดที่มีเครื่องสแกนลายนิ้วมือ เครื่องสแกนลายนิ้วมือขนาดเล็ก

รูปที่ 2.4 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บตัวอย่างลายนิ้วมือ

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved

2.4 กระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบจำลองน้ำตก (Waterfall Model)

เป็นแบบจำลองที่ประกอบไปด้วยขั้นตอนการดำเนินงานที่เรียงต่อเนื่องกันเป็นลำดับ ขั้นตอนต่อไปจะเริ่มต้นดำเนินการได้จะต้องรอให้ขั้นตอนก่อนหน้าเสร็จสิ้นก่อน โดยขั้นตอนพื้นฐานในการดำเนินงานพัฒนาซอฟต์แวร์ในแบบจำลองน้ำตก มี 5 ขั้นตอนได้แก่ การกำหนดความต้องการ (Requirement Definition) การออกแบบซอฟต์แวร์และระบบ (System and Software Design) การลงมือพัฒนาและทดสอบในระดับหน่วย (Implementation and Unit Testing) การประสานระบบและทดสอบระบบ (Integration and System Testing) การนำไปใช้และบำรุงรักษา (Operation and Maintenance) ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงกระบวนการพัฒนาซอฟต์แวร์แบบจำลองน้ำตก

2.5 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

นาวสาวกรพินธุ์ หาญสุริย์ (2549) ได้ใช้การระบุถึงตัวตนโดยการใช้เทคโนโลยีการสแกนลายนิ้วมือ โดยที่ได้นำการปรับแต่งภาพพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยตัวกรองกาเบอร์ (Gabor Filter) เข้ามาช่วยในการเปรียบเทียบ นั่นคือ การจัดเก็บภาพลายนิ้วมือ อาจเกิดปัญหา ภาพที่จัดเก็บได้มีลักษณะที่ไม่ชัดเจน ภาพเบลอ ซึ่งในงานวิจัยได้นำการปรับแต่งภาพพิมพ์ลายนิ้วมือด้วยตัวกรองกาเบอร์ (Gabor Filter) เข้ามาช่วยทำให้ภาพที่จัดเก็บมีความชัดเจน ใช้เปรียบเทียบตรวจสอบได้ง่าย โดยในงานวิจัยอันนี้ ผู้พัฒนาตรวจสอบลายนิ้วมือ เพื่อตรวจสอบการมาปฏิบัติงานของบุคลากร และส่งรายงานผ่านอีเมล์แบบอัตโนมัติ ได้นำส่วนของการเปรียบเทียบมาปรับใช้เพื่อให้ระบบสามารถตรวจสอบหาลายนิ้วมือได้

ลิขสิทธิ์มหาวิทยาลัยเชียงใหม่
Copyright© by Chiang Mai University
All rights reserved