อภินันทนาการ

สัญญาเลขที่ R2558C219

รายงานวิจัยฉบับสมบูรณ์

โครงการ เรื่อง การตรวจพิสูจน์ลายเซ็นดิจิตอลแบบดิจิตอล ด้วยเทคนิคเฟสสเปซ

ผู้ช่วยศาสตราจารย์ เรืออากาศเอกหญิง วชิรา พันธุ์ไพโรจน์

หัวหน้าโครงการวิจัย

สำนักหอสมุด มหาวิทยาลัยนเรศวร
วันลงทะเบียน 17 มี.ค. 2565
เลขทะเบียน 104956
เลขเรียกหนังสือ ว TA
1637
ว153ร
2556

สนับสนุนโดย

งบประมาณรายได้มหาวิทยาลัยนเรศวร

ปีงบประมาณ 2558

บทคัดย่อ

การพิสูจน์ตัวตน ถือได้ว่าเป็นกระบวนการเริ่มต้นและมีความสำคัญที่สุดในการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้มีปลอดภัย ระบบตรวจสอบลายเซ็นถูกพัฒนาขึ้นมา ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อมูลทางไบโอเมตริกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการยืนยันตัวตน เนื่องจากลายเซ็นเป็นลักษณะทางพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ดังนั้นการคัดแยกลายเซ็นจริงกับลายเซ็นปลอมของแต่ละบุคคลจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่เกี่ยวข้องกับสถาบันการเงิน สถานที่ราชการและการดำเนินธุรกิจการค้าต่างๆ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือให้การทำงานมากยิ่งขึ้น การวิจัยการตรวจสอบลายเซ็นออนไลน์ ผู้วิจัยมีวัตถุประสงค์เพื่อ 1)ศึกษาหลักการทำงานของการประมวลผลภาพ การจับคู่ประมวลผลภาพ และเฟสสเปซ 2) เพื่อพัฒนาระบบที่ใช้ในการตรวจสอบลายเซ็นดิจิตอลจริงและลายเซ็นต์ดิจิตอลปลอม ที่เป็นระบบไม่ซับซ้อนแต่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยการรับข้อมูลลายเซ็นจากปากกาดิจิตอลที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ โดยการทดลองลายเซ็นภาษาไทยทั้งหมด 200 ลายเซ็นจากผู้ทดลอง 20 คน

ผลการศึกษา พบว่า โปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 86.28 % ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ ผลการตรวจสอบลายเซ็นด้วยเทคนิคการจับคู่ประมวลผลภาพสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 90.14 % และ การวิเคราะห์เฟสสเปซ ผลการทดสอบให้ค่า sensitivity สูงสุดเท่ากับ 89.6%

กิตติกรรมประกาศ

งานวิจัยนี้ ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ รศ.ดร.ปราโมทย์ วาดเขียน และ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ณรงค์ฤทธิ์ มณีจิระปราการ ซึ่งช่วยเป็นที่ปรึกษางานวิจัยทำให้ผู้วิจัยได้มีโอกาสในการศึกษาในเทคโนโลยีใหม่ ๆ ถ่ายทอดความรู้ หลักการดำเนินงานและการทำวิจัยให้สำเร็จลุล่วง

ขอขอบคุณ นายลิขิต เที่ยงตรงที่ช่วยพัฒนาโปรแกรมตรวจสอบลายเซ็นดิจิตอล ทำให้งานวิจัยสำเร็จด้วยดี

วชิรา พันธุ์ไพโรจน์

สารบัญ

บทคัดย่อ

กิตติกรรมประกาศ

บทที่ 1

ความสำคัญและที่มาของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 3

ขอบเขตการวิจัย 3

ขั้นตอนในการดำเนินงาน 3

กรอบแนวคิดขบวนการประมวลผลข้อมูลและผลลัพธ์ 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม 5

แนวคิดเกี่ยวกับลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Signature) 5

เทคโนโลยีไบโอเมตริก 6

ทฤษฎี Image Processing 9

ทฤษฎี Template Matching Algorithm 11

ทฤษฎี Dynamic Time Wrapping 12

การนอมอลไรซ์ 13

สหสัมพันธ์ (Correlation) 14

การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินซ์ 15

ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง 15

ระบบตรวจสอบลายเซ็น 16

งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง 18

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย 24

บทที่ 4

ผลการวิเคราะห์ข้อมูล 27

โปรแกรมสร้างฐานข้อมูลลายเซ็นและการตรวจสอบลายเซ็น 27

ผลการตรวจสอบลายเซ็น

29

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย 24

บรรณานุกรม 31

ภาคผนวก

ผนวก ก การนำเสนอผลงานวิชาการ

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของปัญหา

ในโลกปัจจุบันเทคโนโลยีก้าวหน้าไปอย่างรวดเร็วมีการเติบโตที่ก้าวกระโดด ความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีทำให้ผู้คนสามารถที่จะเข้าถึงสารสนเทศและข้อมูลได้ง่าย และมีความสะดวกสบายต่อการใช้งานมากขึ้น จนทำให้ผู้คนในปัจจุบันมีการใช้ชีวิตประจำวันที่มีการใช้เทคโนโลยีใหม่ ๆขึ้นทุกวัน โดยเฉพาะการทำธุรกรรมผ่านระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ตหรือบนโลกออนไลน์ มีการใช้งานขยายตัวอย่างมาก หลายประเทศให้การรับรองการทำธุรกรรมผ่านระบบออนไลน์ โดยใช้เพียงหมายเลขบัตรเครดิต และ รหัสลับประจำบัตร (Verify Code) หรือใช้เพียง ลายเซ็นต์ดิจิตอล (Digital Signature) เท่านั้น

การปกป้องความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลในการทำธุรกรรมต่างๆ ถือเป็นเรื่องสำคัญ เนื่องจากการถูกคุกคามโดยผู้ไม่ประสงค์ดี กระบวนการพิสูจน์ตัวตนจะนำหลักฐานที่ผู้ใช้กล่าวอ้างมาตรวจสอบว่าบุคคลที่กล่าวอ้างนั้นเป็นใครและได้รับอนุญาตให้สามารถเข้ามาภายในข้อมูลส่วนบุคคลได้หรือไม่ การพิสูจน์ตัวตนมีหลายประเภทที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น การพิสูจน์ตัวตนโดยใช้รหัสผ่าน ลักษณะเฉพาะทางชีวภาพของแต่ละบุคคล หรือ โดยใช้รหัสผ่านที่ใช้เพียงครั้งเดียว ปัจจุบันการนำข้อมูลทางไบโอเมตริกของมนุษย์มาใช้ร่วมกับระบบรักษาความปลอดภัยนั้น มีความนิยมมากยิ่งขึ้น เนื่องจากข้อมูลเหล่านี้มีการปลอมแปลงได้ยากกว่าการใช้รหัสผ่าน แต่ในการวัดข้อมูลไบโอเมตริกส่วนใหญ่ จะต้องมีอุปกรณ์รับข้อมูลและประมวลผล ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้มีต้นทุนที่สูงและมีการจัดการยุ่งยาก เช่น การจดจำลักษณะใบหน้า การตรวจสอบลายนิ้วมือ การจดจำม่านตา การจับโทรศัพท์ในการพิสูจน์ตัวตน การอ่านริมฝีปากผู้ใช้ขณะออกเสียงรหัสผ่าน เป็นต้น

การพิสูจน์ตัวตน ถือได้ว่าเป็นกระบวนการเริ่มต้นและมีความสำคัญที่สุดในการปกป้องข้อมูลส่วนบุคคลให้มีปลอดภัย ระบบตรวจสอบลายเซ็นถูกพัฒนาขึ้นมา ซึ่งเป็นหนึ่งในข้อมูลทางไบโอเมตริกที่ใช้กันอย่างแพร่หลายในการยืนยันตัวตน เนื่องจากลายเซ็นเป็นลักษณะทางพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ดังนั้น การคัดแยกลายเซ็นจริงกับลายเซ็นปลอมของแต่ละบุคคลจึงมีความสำคัญ โดยเฉพาะอย่างยิ่งงานที่เกี่ยวข้องกับสถาบันการเงิน สถานที่ราชการและการดำเนินธุรกิจการค้าต่างๆ ซึ่งจะช่วยเพิ่มความปลอดภัยและความน่าเชื่อถือให้การทำงานมากยิ่งขึ้น

ลายเซ็นต์ดิจิตอล หรือ ลายเซ็นต์อิเล็กทรอนิคส์ เป็นข้อมูลที่แนบไปกับเอกสารที่ส่งไปเพื่อเป็นการแสดงตัวตนว่าผู้ส่งข้อความเป็นใคร การลงนามในเอกสารของระบบสารสนเทศอยู่ในรูปแบบการเข้ารหัสลับ โดยผู้รับปลายทางสามารถตรวจสอบและยืนยันลายเซ็นนี้ได้โดยที่ผู้ส่งไม่อาจปฏิเสธได้และยังสามารถนำลายเซ็นนี้ไปเป็นหลักฐานในชั้นศาลได้ ลายเซ็นต์ชื่อดิจิตอล (Digital Signature) จะใช้เทคนิคที่เรียกว่า การเข้ารหัส (Cryptography) เป็นการตรวจสอบความถูกต้องแท้จริงของข้อมูลอิเล็กทรอนิคส์ เราอาจจะมองว่าเหมือนการลงชื่อในกระดาษตามปกติแล้วแปลงไปเป็นลายนิ้วมืออิเล็กทรอนิกส์ ที่เรียกว่ารหัสนั้นเป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเอกสารและเจ้าของ

ลายเซ็น ซึ่งจะเชื่อมโยงทั้งคู่เข้าไว้ด้วยกัน ลายเซ็นดิจิตอลช่วยยืนยันผู้ลงนามที่แท้จริง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามกับเอกสารหลังการลงชื่อ ลายเซ็นนั้นจะถือเป็นโมฆะ ดังนั้นจึงเป็นการป้องกันการปลอมแปลงลายเซ็นและการยุ่งเกี่ยวกับข้อมูลโดยไม่ได้รับอนุญาต เช่น บนเครือข่ายอินเทอร์เน็ต ความไว้วางใจมีความจำเป็นอย่างมากที่จะส่งเสริมให้มีผู้ใช้เครือข่ายดังกล่าว เพื่อประกอบพาณิชย์อิเล็กทรอนิคส์ (Electronic Commerce) เทคโนโลยีลายมือชื่อดิจิตอล ช่วยให้ระบบการตรวจสอบความถูกต้องแท้จริงมีประสิทธิภาพอย่างมาก เพราะหากไม่เคยพบคู่ค้าอีกฝ่ายหนึ่งมาก่อน ก็สามารถตรวจสอบได้ว่าผู้ที่ส่งข้อมูลนั้นเป็นใครได้อย่างแน่นอน เป็นต้น

การเซ็นลายเซ็นเป็นลักษณะทางพฤติกรรมของแต่ละบุคคล ซึ่งตัวลายเซ็นต์มีข้อมูลคุณลักษณะเด่นประจำตัวหลายอย่าง เช่น ทิศทางการลากขณะเซ็นลายเซ็นต์ ความเร็ว ความเร่ง แรงกด และน้ำหนักเส้น เป็นต้น ดังนั้น ลายเซ็นต์จึงถือได้ว่าเป็นหนึ่งในข้อมูลทางไบโอเมตริกของมนุษย์และนิยมใช้กันอย่างแพร่หลายในการยืนยันตัวตน เนื่องจากข้อมูลประเภทลายเซ็นต์ดิจิตอลนี้มีการปลอมแปลงได้ยากกว่าการใช้รหัสผ่าน นอกจากนั้นระบบลายเซ็นต์ดิจิตอลและการตรวจสอบยังใช้อุปกรณ์รับข้อมูลและประมวลผลที่มีต้นทุนไม่สูงมาก ได้แก่ กระดานดิจิตอล (Tablet) ที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ จึงสามารถนำไปประยุกต์ใช้ในระบบธุรกิจต่างๆ ได้เป็นอย่างดี

อย่างไรก็ตามระบบรักษาความปลอดภัยยังคงเป็นสิ่งจำเป็น ดังนั้นระบบตรวจสอบลายเซ็นต์จึงถูกพัฒนาขึ้นมา เพื่อการคัดแยกลายเซ็นต์จริงกับลายเซ็นต์ปลอมของแต่ละบุคคล การตรวจสอบลายเซ็นต์แบบออนไลน์ได้ถูกศึกษามานานมาก ซึ่งสามารถทำได้หลายวิธีและยังคงมีการพัฒนาวิธีการตรวจสอบหรือคัดแยกลายเซ็นต์วิธีการใหม่ๆ ออกมาอย่างสม่ำเสมอ ในระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ที่ผ่านมาได้มีการใช้อัลกอริธึมมากมาย ยกตัวอย่างเช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network), ซัพพอร์ทเวกเตอร์แมชชีน (Support vector machine), Gaussian Mixture Model เป็นต้น สำหรับงานดังกล่าวยังมีข้อด้อย คือ ระบบตรวจสอบยังมีความซับซ้อนมาก ต้องการฐานข้อมูลลายเซ็นต์ต้นฉบับจำนวนมากเพื่อใช้ให้ระบบเรียนรู้และจดจำข้อมูลที่ถูกต้อง จึงสามารถแยกแยะและตรวจสอบความถูกต้องของลายเซ็นต์ได้

ดังนั้นงานวิจัยนี้เป็นการเสนอระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ภาษาไทยเพื่อที่จะทำให้ระบบลายเซ็นต์ดิจิตอลมีประสิทธิภาพมากขึ้นและสามารถตอบโจทย์แก่ผู้ใช้งานให้มีความพึงพอใจต่อระบบนี้ จึงได้มีแนวความคิดที่จะนำเทคนิคการวิเคราะห์เฟสสเปซ (Phase Space) มาช่วยในการดึงลักษณะเด่นของลายเซ็น จะเห็นได้จากจากงานวิจัยของ Shih-Chin Fang ในปี 2008 ได้นำเสนองานวิจัยเรื่อง การพิสูจน์บุคคลด้วยสัญญาณคลื่นไฟฟ้าหัวใจ โดยใช้การวิเคราะห์เฟสสเปซ ซึ่งผลการตรวจสอบของคลื่นสัญญาณไฟฟ้าหัวใจมีค่าที่แม่นยำมากถึง 99% แสดงให้เห็นว่าเฟสสเปซสามารถดึงลักษณะเด่นของสัญญาณได้อย่างดีเยี่ยม จากคุณสมบัติเด่นของเฟสสเปซจึงเหมาะที่จะนำมาใช้ในระบบตรวจสอบลายเซ็นต์เพื่อนำมาดึงลักษณะเด่นของสัญญาณลายเซ็นต์แล้วทำการคัดแยกลายเซ็นต์จริงและลายเซ็นต์ปลอมต่อไป

1.2 วัตถุประสงค์

1.2.1 เพื่อศึกษาหลักการทำงานของการประมวลผลภาพ การจับคู่ประมวลผลภาพ และเฟสสเปซ

1.2.2 เพื่อพัฒนาระบบที่ใช้ในการตรวจสอบลายเซ็นต์ดิจิตอลจริงและลายเซ็นต์ปลอม ที่เป็นระบบไม่ซับซ้อน แต่มีความแม่นยำและมีประสิทธิภาพ

1.3 ขอบเขตของการวิจัย

ระบบพิสูจน์ตัวตนด้วยลายเซ็นต์ดิจิตอล (Digital Signature) สามารถตรวจสอบการเซ็นต์ชื่อด้วยลายเซ็นต์ดิจิตอลว่าเป็นลายเซ็นต์จริงหรือปลอม โดยภายในระบบจะทำการบันทึกข้อมูลลายเซ็นต์ต้นฉบับอย่างน้อย 10 ลักษณะ เพราะการเซ็นต์ลายเซ็นต์ดิจิตอลนั้นมีโอกาสที่จะผิดพลาดไปบ้าง ซึ่งไม่มีใครที่สามารถจะเซ็นต์ลายเซ็นต์ได้เหมือนกันทุกครั้ง โดยในระบบจะมีการกำหนดว่าลายเซ็นต์จะต้องมีความเป็นจริงมากกว่า 80% ขึ้นไปจึงจะถือว่าลายเซ็นต์นั้นเป็นลายเซ็นต์จริง โดยระบบนี้จะมีการตรวจสอบความถูกต้องของลายเซ็นต์ด้วยการใช้เทคนิคเฟสสเปซ ซึ่งจะแสดงพฤติกรรมของสัญญาณได้อย่างชัดเจนและสามารถตรวจสอบการปลอมแปลงลายเซ็นได้อย่างแม่นยำ นอกจากนี้ผู้วิจัยได้ สร้างเป็นซอร์ฟแวร์สำเร็จรูปซึ่งสามารถติดตั้งและทำงานในคอมพิวเตอร์เครื่องอื่นๆ และสร้างฐานข้อมูลลายเซ็นของผู้ใช้งานได้

1.4 ขั้นตอนและเวลาในการดำเนินงาน

1.4.1 ศึกษาความเป็นมาของงานวิจัยและทฤษฎีพื้นฐานที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.2 พัฒนาโปรแกรมอินเตอร์เฟสกับกระดานกระดานดิจิตอล (Tablet) และทำการเก็บข้อมูลลายเซ็นจากประชากร ที่เป็นนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจฯ ชั้นปีที่ 3 จำนวน 20 คน เนื่องจากเป็นนิสิตที่เรียนเกี่ยวกับการใช้ซอฟต์แวร์ทางธุรกิจ เพื่อทดลองสร้างฐานข้อมูลที่ใช้ในงานวิจัย

1.4.3 ทำการวิเคราะห์หาด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ การจับคู่ประมวลผลภาพ และเฟสสเปซ

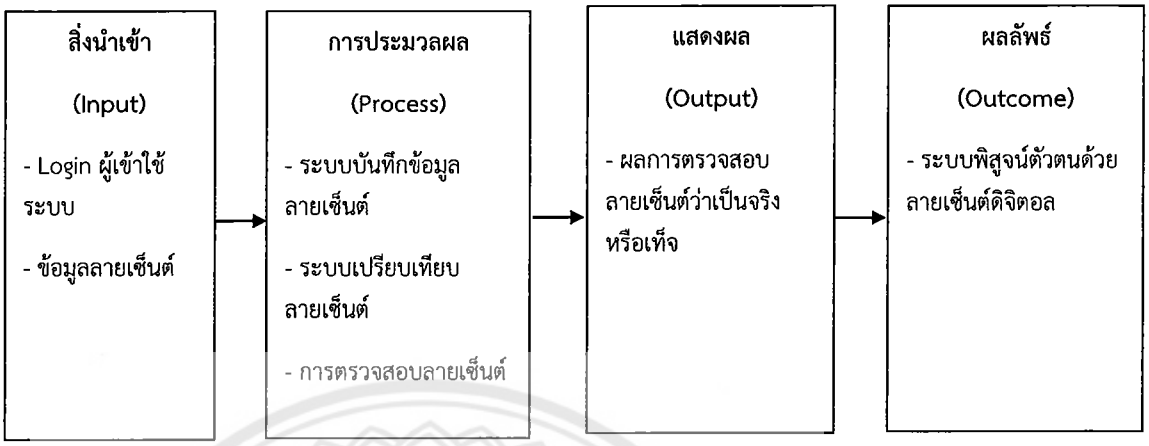
1.4.4 นำข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้มาเข้าระบบทำการคัดแยกว่าเป็นลายเซ็นต์จริงหรือลายเซ็นต์ปลอม

1.4.5 เก็บผลของงานวิจัย เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยค่า MSE (Mean Square Error) และ ค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

1.4.6 นำเสนอผลการวิจัยโดยการนำเสนอในการประชุมวิชาการในระดับนานาชาติ ที่มีการตีพิมพ์บทความบน Proceedings

1.4.7 เขียนรายงานการวิจัย โดยการนำมาเรียบเรียงให้มีระเบียบแบบแผนตรงตามข้อเท็จจริงหรือความรู้ที่เกิดจากการศึกษา ถ่ายทอดความคิด ประมวลความคิด และรวบรวมข้อมูลเพื่อประกอบการอ้างอิง ตามแบบมาตรฐานการเขียนรายงานการวิจัยของทางมหาวิทยาลัย

1.5 กรอบแนวคิดขบวนการประมวลผลข้อมูลและผลลัพธ์



1.6 ข้อจำกัดของระบบ

- โปรแกรมทำงานได้บนระบบปฏิบัติการแบบ Windows เท่านั้น

1.7 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.7.1 ระบบนี้จะสามารถทำให้การทำธุรกรรมต่างๆ ที่จะต้องใช้ลายเซ็นต์ดิจิตอลมีความรวดเร็ว และถูกต้องครบถ้วน

1.7.2 สามารถลดต้นทุนและเพิ่มประสิทธิภาพการทำงานได้ง่าย ๆ แทนที่กระบวนการที่ต้องใช้กระดาษด้วยระบบลายเซ็นต์ดิจิตอล

1.7.3 ลายเซ็นต์ดิจิตอลจะช่วยให้เราสามารถยืนยันตัวตนของผู้ลงนาม เกิดความรับผิดชอบและสามารถรักษาข้อมูลผู้ใช้งานเอาไว้ได้อย่างปลอดภัย

1.7.4 ได้โปรแกรมตรวจพิสูจน์ลายเซ็นต์ดิจิตอล ด้วยเทคนิคการตวจสอบลักษณะเด่นแบบเฟสสเปซ

1.7.5 ได้องค์ความรู้เพื่อใช้ในการสอนและเผยแพร่ให้ผู้ที่สนใจ

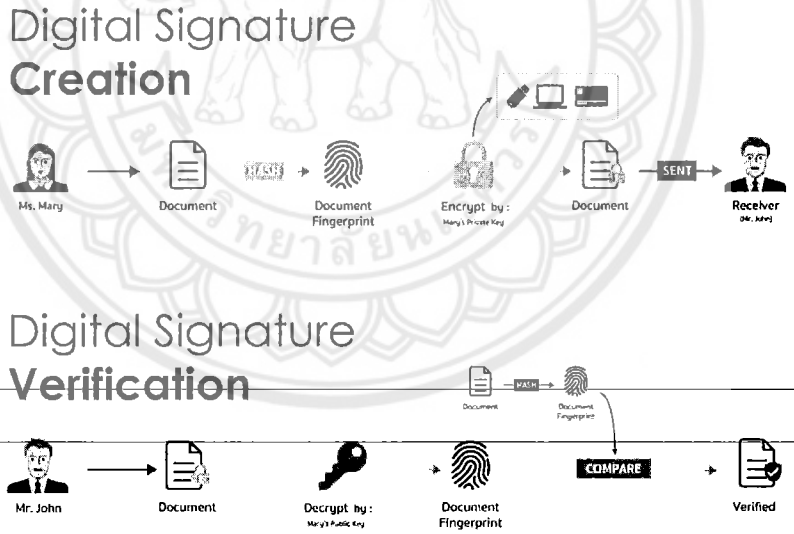
บทที่ 2

การทบทวนวรรณกรรม

2.1 แนวคิดเกี่ยวกับลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Signature)

ในการทำสัญญา ข้อตกลง หรือธุรกรรมต่าง ๆ ล้วนเกิดขึ้นจากการกระทำของบุคคลอย่างน้อย 2 ฝ่าย สิ่งที่เป็นสัญลักษณ์ในการยืนยันว่าสัญญาฉบับนั้นมีผลกับแต่ละบุคคลคือ ลายเซ็น (Signature) ซึ่งทุกฝ่ายที่เกี่ยวข้องจะลงลายเซ็นในเอกสารทุกครั้งจึงถือว่าสัญญานั้นสมบูรณ์และมีผลถูกต้องตามกฎหมาย ใช้ในการเอาความฟ้องร้องต่อคู่สัญญาได้ แต่การที่จะทำสัญญาหรือธุรกรรมที่ต้องลงลายเซ็นบนกระดาษเริ่มกลายเป็นส่วนที่ทำให้ธุรกิจดำเนินการไปได้ช้าและมีค่าใช้จ่ายสำหรับในการดำเนินการหลายขั้นตอน จึงทำให้มีผู้คิดนำลายเซ็นดิจิตอลมาใช้ ซึ่งโดยธรรมชาติแล้วการลงลายเซ็นด้วยปากกาจะมีเอกลักษณ์เฉพาะตัว ต้องมีการลงน้ำหนักบนกระดาษการเซ็นชื่อ

ลายเซ็นดิจิตอล (Digital Signature) เป็นสิ่งที่ใช้ยืนยันตัวบุคคล โดยผู้รับเอกสารสามารถตรวจสอบความถูกต้องของลายเซ็นได้ ลายเซ็นดิจิตอลเป็นข้อมูลที่แนบไปกับข้อความที่ส่งไปเพื่อเป็นการแสดงตัวตน (Authentication) ว่าผู้ส่งข้อความเป็นใคร โดยข้อมูลนั้นได้ถูกส่งมาจากผู้ส่งคนนั้นจริงๆ และข้อความไม่ได้ถูกเปลี่ยนแปลงและแก้ไข



รูป 2.1 ขั้นตอนการสร้างและตรวจสอบลายเซ็นดิจิตอลบนเอกสารอิเล็กทรอนิกส์[1]

---

1 nattaphon (2017). **ลายเซ็นอิเล็กทรอนิกส์ Digital Signature คืออะไร**, สืบค้นจาก https://www.bcircle.co.th/2017/09/30/digital-signature/

การปกป้องความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลในการทำธุรกรรมต่างๆ ถือเป็นเรื่องสำคัญในปัจจุบันแต่กระบวนการในการตรวจสอบยังไม่ค่อยมีความถูกต้องแม่นยำ ลายเซ็นดิจิตอลเป็นข้อมูลที่แนบไปกับเอกสารที่ส่งไปเพื่อเป็นการแสดงตัวตนว่าผู้ส่งข้อความเป็นใคร โดยผู้รับปลายทางสามารถตรวจสอบและยืนยันลายเซ็นนี้ได้โดยที่ผู้ส่งไม่อาจปฏิเสธได้ ใช้กับการพิสูจน์ความถูกต้องของเอกสารตามกฎหมาย เช่น ด้านการเงิน การทำสัญญา และเอกสารอื่นๆ ว่าเป็นของแท้นั้น สามารถทำได้โดยการตรวจสอบความถูกต้องของลายเซ็นของผู้มีอำนาจอนุมัติ เราอาจจะมองว่าเหมือนการลงชื่อในกระดาษตามปกติแล้วแปลงไปเป็นลายนิ้วมืออิเล็กทรอนิกส์ เป็นเอกลักษณ์เฉพาะตัวของเอกสารและเจ้าของลายเซ็นต์ ซึ่งจะเชื่อมโยงทั้งคู่เข้าไว้ด้วยกัน ลายเซ็นต์ดิจิตอลช่วยยืนยันผู้ลงนามที่แท้จริง หากเกิดการเปลี่ยนแปลงใด ๆ ก็ตามกับเอกสารหลังการลงชื่อ ลายเซ็นนั้นจะถือเป็นโมฆะ ดังนั้นจึงเป็นการป้องกันการปลอมแปลงลายเซ็นต์และการยุ่งเกี่ยวกับข้อมูลโดยที่ไม่ได้รับอนุญาต

2.2 เทคโนโลยีไบโอเมตริก

ไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) คือลักษณะของมนุษย์ที่สร้างเอกลักษณ์ของแต่ละบุคคล เช่น ลักษณะบนใบหน้า ดวงตา ลายนิ้วมือ หรือ แม้กระทั่งการเต้นของหัวใจ ซึ่งลักษณะเหล่านี้เป็นข้อมูลอัตลักษณ์บุคคลหรือไบโอเมทริกซ์ (Biometrics) คือ เทคโนโลยีที่สำหรับยืนยันตัวบุคคลที่ผสมผสานเทคโนโลยีทางด้านชีวภาพและทางการแพทย์กับเทคโนโลยีทางคอมพิวเตอร์เข้าด้วยกัน โดยการตรวจวัดลักษณะทางกายภาพและลักษณะทางพฤติกรรมที่เป็นลักษณะเฉพาะของแต่ละคนมาใช้ในการระบุตัวบุคคลนั้นๆ ได้อย่างถูกต้องแม่นยำ จึงทำให้มีความปลอดภัยและน่าเชื่อถือสูง การใช้ไบโอเมตริกซ์ทำให้ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องใช้ความจำหรือจำเป็นต้องถือบัตรผ่านใดๆทำให้สะดวกและรวดเร็ว ผู้ใช้ไม่จำเป็นต้องพกบัตร ไม่ต้องจำรหัสผ่าน ไม่จำเป็นต้องใช้สมาร์ตการ์ด, บัตรแถบแม่เหล็ก หรือว่าลูกกุญแจ เหมือนอย่างวิธีการแบบเดิมที่เคยเป็นมาอีกต่อไป อีกทั้งยังเป็นการช่วยเพิ่มความปลอดภัยป้องกันการสูญหายของบัตรผ่านและไบโอเมทริกซ์ยังยากต่อการปลอมแปลงและยากต่อการลักลอบนำไปใช้

นัยนา มาแสง (2551) ได้อธิบายว่า “การทำงานของระบบไบโอเมตริกจะอยู่บนพื้นฐานเดียวกับการทำงานของสมอง ที่สามารถจะจำแนกความแตกต่างของแต่ละบุคคลออกจากกัน” เทคโนโลยีไบโอแมทริกซ์ไม่ได้มีแค่การใช้ลายพิมพ์นิ้วมือเท่านั้น จริงๆแล้วไบโอเมทริกซ์ ยังรวมถึงฝ่ามือ เสียง ม่านตา เรตินา ใบหน้า ดีเอ็นเอ ลายเซ็น มาใช้ในการตรวจสิทธิหรือแสดงตน มีรายงานทางวิทยาศาสตร์กล่าวว่า มนุษยชาติจำนวน 600 ล้านคน เมื่อผ่านมาเป็นระยะเวลา 00 ปี จะมีโอกาสที่ลายนิ้วมือซ้ำกันเพียง 1 คู่

การนำเทคโนโลยีไบโอเมตริกมาใช้ เป็นการเพิ่มความปลอดภัยให้กับองค์กรหรือแม้แต่ระดับประเทศเอง เนื่องจากสามารถป้องกันบุคคลที่น่าสงสัยหรือผู้ไม่ประสงค์ดีเข้ามาก่อกวนได้ ดังนั้นในปัจจุบันจึงเริ่มมีการนำเทคโนโลยีไบโอเมตริกไปใช้กันอย่างแพร่หลายในงานหลาย ๆ ด้าน เช่น

- งานทางด้านกฎหมาย (Law enforcement) : เกี่ยวกับอาชญากรข้ามชาติ การสืบสวนการกระทำผิดทางอาญา ช่วยผู้รักษากฎหมายในการจับกุมตัวผู้กระทำผิด

- องค์กรหรือหน่วยงาน (Government) : องค์กร เกี่ยวกับการค้นคว้าและวิจัยที่เป็นส่วนความลับของบริษัทหรือของหน่วยงาน การระวังภัยเข้าออกบริษัท
- ทางการทหาร (Military) : เขตแดนและ พรมแดนที่มีการค้าขาย, ระวังภัยสำหรับบุคคล สำคัญ ๆ รวมถึงการตรวจสอบพาสปอร์ตในรูป ของ E-passport โดยอาศัยการบันทึกข้อมูลชีวภาพ (Biometric Data) อันได้แก่ ลายนิ้วมือ และรูปใบหน้า ไว้ใน Contact less Integrated Circuit ซึ่งฝังอยู่ใน passport
- ระบบความปลอดภัยของระบบเน็ตเวิร์ค(Network Security): ธุ รกิ จอ งค์ก รอินเทอ ร์เน็ต , Extranets. VPNs, บริษัททำเกี่ยวกับซอฟแวร์ ดีไซต์
- ธุรกิจต่าง ๆ การแลกเปลี่ยนข้อมูลข่าวสารระหว่างองค์กร การจ่ายเงินผ่านเครือข่าย การเรียกใช้งานศูนย์บริการ การใช้ไบโอเมตริกแทนกระเป๋าสตางค์ เป็นต้น
- งานทางด้านธนาคาร (Banks) : ATM, VPNs สาขาย่อยอัตโนมัติอย่าง ATM Express
- ความปลอดภัยสำหรับบุคคล (Individual) : ความปลอดภัยสำหรับคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (Pc-Security) ระบบล็อกประตูห้อง การเรียนแบบออนไลน์ (E- learning) เป็นต้น

รูป 2.2 ตัวอย่างของการใช้อวัยวะในการยืนยันตัวตน

2.1.1 วัตถุประสงค์ของการใช้เทคโนโลยีไบโอเมตริก

1. การระบุตัวผู้ใช้ (Identification) คือ การยืนยันตัวตนด้วยการจับคู่เปรียบเทียบข้อมูลที่ทำการรวบรวมไว้กับตัวอย่าง โดยการระบุตัวผู้ใช้ เช่น จากการวางนิ้วมือลงยังเครื่องอ่านลายนิ้วมือให้กับระบบก่อนจากนั้นระบบจะทำการจับคู่ข้อมูลที่ได้รับมากับข้อมูลทั้งหมดในฐานข้อมูล เพื่อระบุว่าผู้ที่ส่งข้อมูลมาเป็นใคร

2. การตรวจพิสูจน์ตัวผู้ใช้ (Verification) คือ การจับคู่เปรียบเทียบโดยระบบจะตรวจสอบตัวอย่าง ๆ หนึ่งว่าตรงกันกับข้อมูลที่ได้ถูกเก็บไว้ก่อนหน้าหรือไม่ โดยผู้ใช้จะต้องการป้อนรหัสประจำตัวหรือ PIN (Personal Identification Number) ที่ระบุถึงตัวผู้ใช้เองก่อนแล้วจึงค่อยส่งข้อมูลทางไบโอเมตริกของตนเองให้กับระบบ หลังจากนั้นระบบจะตรวจดูว่าข้อมูลที่ได้รับมาตรงกับข้อมูลที่ได้ถูกบันทึกไว้ก่อนหน้านี้หรือไม่

2.1.2 ประเภทของเทคโนโลยีไบโอเมตริก

1. การจดจำลายนิ้วมือ

พื้นผิวของนิ้วเป็นโครงสร้างแบบแนวหรือเป็นคลื่นหรือเรียกว่า “ลายนิ้วมือ” ซึ่งลายนิ้วมือนี้จะอ่านโดยเซนเซอร์และบันทึกเป็นข้อมูลภาพ เช่น ผู้ใช้ให้เครื่องอ่านลายนิ้วมือเมื่อพวกเขาเข้างานหรือออกจากที่ทำงาน จากนั้นเครื่องจะเปรียบเทียบกับข้อมูลลายนิ้วมือที่ได้รับการบันทึกก่อนหน้าและจะตัดสินว่าเป็นบุคคลนั้นด้วยตนเองหรือไม่ หลังจากยืนยันด้วยตัวตนของคุณแล้ว เวลาของการลงทะเบียนจะถูกป้อนเวลาเข้างานและเวลาออกจากที่ทำงาน หลังจากนั้นเครื่องจะรายงานผลเวลาเข้าและออก

2. การจดจำรูปแบบหลอดเลือดดำ

บนผิวกายที่มีเลือดไหลผ่าน เรียกว่า “Vein Pattern” หรือรูปแบบหลอดเลือดดำ โครงสร้างเส้นเลือดในร่างกายมนุษย์ไม่เหมือนกันและเนื่องจากแต่ละคนมีคุณสมบัติที่ต่างกัน จึงสามารถนำมาใช้ในการรับรู้ของไบโอเมตริกซ์ได้ วิธีการนี้คือให้มือสัมผัสรังสีอินฟราเรด หลังจากนั้นเครื่องจะตัดสินด้วยแรงเงาของเส้นที่เปลี่ยนเป็นสีดำเช่นเดียวกับการจดจำลายนิ้วมือ เมื่อสแกนหลอดเลือดดำเครื่องจะเปรียบเทียบกับข้อมูลก่อนหน้าเพื่อการยืนยันตัวตน ในการระบุข้อมูลไบโอเมตริกซ์ที่มีความแม่นยำสูงซึ่งเป็นคุณลักษณะของการจดจำรูปแบบเส้นเลือดดำมากกว่าการตรวจสอบลายนิ้วมือ

3. การจดจำใบหน้า

การจดจำใบหน้าคือการตรวจสอบเพื่อการเปรียบเทียบจับคู่กับข้อมูลรูปภาพหลังจากการอ่านใบหน้าทั้งหมดของผู้ใช้เพื่อเป็นการยืนยัน คุณลักษณะของระบบนี้ไม่จำเป็นที่ต้องใช้เครื่องที่สแกนด้วยลายนิ้วมือหรือมือ ปัจจุบันมีการวิจัยปรับคุณสมบัติเพิ่มทางเทคโนโลยีที่รวมถึงการแสดงออกทางใบหน้าและอายุ เป็นต้น

4. การรู้จำลายมือเขียน

การรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) เป็นการศึกษาการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) รูปแบบหนึ่ง ซึ่งการรู้จำรูปแบบนี้เป็นกระบวนการตัดสินใจเพื่อการจำแนกวัตถุ (Objects) ออกเป็นประเภท (Classes) ตามรูปแบบของวัตถุที่เราสามารถหาได้จากการวัดหรือคำนวณ หรืออาจกล่าวได้ว่าการรู้จำนั้นเป็นการศึกษาแนวคิดต่างๆ เพื่อที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเหล่านี้ได้โดยใช้เหตุผล หรือ คณิตศาสตร์มาหารูปแบบ (Pattern) และหาคำอธิบายของวัตถุใดๆ โดยใช้ความรู้ด้านอื่นๆ มาช่วยในการประมวลผล สำหรับกระบวนการตรวจสอบลายมือประเภทลายเซ็นซึ่งเป็นไบโอเมตริกชนิดหนึ่ง จะใช้หลักการเดียวกับการทำงานของระบบไบโอเมตริกในส่วนใหญ่มีกระบวนการพื้นฐานมีดังนี้

1) ตรวจจับและเก็บตัวอย่างของไบโอเมตริกจากผู้ใช้งาน
2) ดึงลักษณะเด่นและประมวลผลข้อมูลไบโอเมตริกจากตัวอย่างที่ได้รับมา
3) เก็บข้อมูลลักษณะเด่นลงในฐานข้อมูล
4) เปรียบเทียบข้อมูลไบโอเมตริกกับข้อมูลอ้างอิงที่เก็บอยู่ในฐานข้อมูล แบบหนึ่งต่อหนึ่ง หรือแบบหนึ่งต่อกลุ่ม
5) ทำการตัดสินใจว่าข้อมูลนั้นเข้าคู่กันได้ดีเพียงใดและบ่งชี้ว่าการยืนยันตัวตนหรือการระบุตัวตนนั้นประสบความสำเร็จหรือไม่

2.2 ทฤษฎี Image Processing

ปัจจุบันโลกเข้าสู่ยุคของข้อมูลข่าวสารทำให้สารสนเทศ (Information) ทุกองค์กรต้องใช้สารสนเทศเข้ามาช่วยในการบริหารจัดการ สนับสนุนการตัดสินใจ ซึ่งสารสนเทศจะได้มาจากการเก็บรวบรวม ข้อมูล อาจจะได้มาจากแหล่งกำเนิดข้อมูลโดยตรง และข้อมูลทั้งหมดจะต้องถูกจัดเก็บเข้าสู่ระบบคอมพิวเตอร์ ด้วยอุปกรณ์นำเข้าตามประเภทของข้อมูล ข้อมูลอาจจะเป็นได้ทั้งข้อความ (Text), ตัวเลข (Number) ภาพนิ่ง (Still Images) ภาพเคลื่อนไหว (Video) หรือสื่อผสม (Multimedia) และข้อมูลเหล่านี้ถูกรวบรวมเพื่อผ่านกระบวนการประมวลผล เช่น การตรวจสอบข้อมูล (Verifying) การจำแนกข้อมูล (Classifying) การจัดเรียง (Sorting) การจัดกลุ่มข้อมูล (Clustering) การสรุปผล (Summarizing) การคำนวณ (Calculating) การดึงข้อมูลมาใช้งาน (Retrieving) เป็นต้น ผลจากการประมวลผลที่เกิดขึ้นนั้นเพื่อดำเนินการและตอบสนองกับความต้องการเพื่อการปฏิบัติงาน แก้ปัญหา หรือเพื่อเพิ่มศักยภาพในการดำเนินธุรกิจ นำมาช่วยในการสนับสนุนการตัดสินใจภายในองค์กรต่อไป

เนื่องจากเทคโนโลยีและอุปกรณ์มือถือได้มีการพัฒนาอย่างเร็วรวด ทำให้ภาพถ่ายดิจิทัล (Digital Images) มี ภาพดิจิทัลถูกนำเข้ามาใช้งานในหลายด้านไม่ว่าจะเป็นทางด้านการแพทย์ ด้านความปลอดภัย ด้านการคมนาคม ด้านธรณีวิทยา ด้านภูมิศาสตร์ ซึ่งทั้งหมดนี้เป็นการนำภาพดิจิทัลมาใช้ประโยชน์จากการประมวลผลภาพดิจิทัลทั้งสิ้น การประมวลผลภาพดิจิทัลได้เข้ามามีบทบาท ในชีวิตของเรามากยิ่งขึ้นอย่างหลีกเลี่ยงไม่ได้

การประมวลผลภาพ (Image Processing) หมายถึง กระบวนการแปลงรูปภาพให้เป็นข้อมูลดิจิตอล โดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล เพื่อให้ได้ภาพที่มีคุณสมบัติตามความต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ ในการประมวลผลภาพมีขั้นตอนที่สำคัญ คือ การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น ด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ (Image Filters) การปรับการซ้อนทับภาพ (Image Registration) การคืนสภาพของภาพ (Image Restoration) การตัดแบ่งภาพหรือคัดเลือกส่วนที่ต้องการและการหาขอบภาพในวัตถุ (Image Segmentation and Edge Detection) การบีบอัดภาพ (Image Compression) การสร้างภาพ มิติ (D Image Reconstruction) เป็นต้น

รูปที่ 2.3 กระบวนการประมวลผลภาพ

การนำวิธีการประมวลผลภาพไปใช้ประโยชน์ในงานด้านต่างๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของใคร ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติเพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนนโดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญ ๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมากและเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้หากให้มนุษย์วิเคราะห์เองมักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมากผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้าส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ จึงนำคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยประมวลผลแทนมนุษย์ นอกจากนั้นเป็นการประหยัดพื้นที่ในการเก็บข้อมูล โดยทั่วไปแล้วระดับของการประมวลผลภาพแบ่งได้เป็น ระดับคือ

1. ระดับต่ำ (Low-Level) เป็นการจัดการเกี่ยวกับค่าสีและจุดภาพ เช่น การแปลงปริภูมิสี (Color Space) ภาพไบนารี การวิเคราะห์ดัชนีสี การแยกสี เป็นต้น

2. ระดับกลาง (Mid-Level) เป็นนำเสนอความรู้ (Knowledge) จากภาพ เช่น การสกัดลักษณะเด่น (Feature Extraction) การสกัดและวิเคราะห์รูปร่างรูปทรง (Geometry Extraction) เป็นต้น

3. ระดับสูง (High-Level) เป็นการวิเคราะห์และนำเสนอความรู้และการรู้จำลักษณ์หรือลวดลายของภาพ (Recognition)

image processing คือ การประยุกต์ใช้งานการประมวลผลสัญญาณบนสัญญาณ 2 มิติ เช่น ภาพนิ่ง (ภาพถ่าย) หรือภาพวีดิทัศน์(วีดิโอ) และยังรวมถึงสัญญาณ 2 มิติอื่นๆ ที่ไม่ใช่ภาพ แนวความคิดและเทคนิค ในการประมวลผลสัญญาณสำหรับสัญญาณ 1 มิตินั้น สามารถปรับมาใช้กับภาพได้ไม่ยาก แต่นอกเหนือจากเทคนิคจากการประมวลผลสัญญาณแล้ว การประมวลผลภาพก็มีเทคนิคและแนวความคิดที่เฉพาะ (เช่น connectivity และ rotation invariance) ซึ่งจะมีความหมายกับสัญญาณ 2 มิติเท่านั้น เมื่อก่อนการประมวลผลภาพนั้น จะอยู่ในรูปของการประมวลผลสัญญาณอานะล็อก (analog) โดยใช้อุปกรณ์ปรับแต่งแสง (optics) ซึ่งวิธีเหล่านั้นก็ไม่ได้หายสาบสูญหรือเลิกใช้ ไป ยังมีใช้เป็นส่วนสำคัญสำหรับการประยุกต์ใช้งานบางอย่าง เช่น ฮอโลกราฟ (holography) แต่เนื่องจากอุปกรณ์คอมพิวเตอร์ในปัจจุบันราคาถูกลงและความสามารถสูงมาก Image Processing จึงได้รับความนิยมมากกว่า เพราะการประมวลผลที่ทำได้ซับซ้อนขึ้น แม่นยำและง่ายในการลงมือปฏิบัติ

ปัจจุบันนี้เทคโนโลยีได้ก้าวล้ำนำสมัยไปไกลทำให้มีการนำวิธีการทางไบโอเมตริกมาใช้โดยการใช้ลักษณะทางกายภาพของร่างกายเป็นตัวบ่งชี้ว่าบุคคลนั้นเป็นใคร เช่น ลายนิ้วมือ (Fingerprints) เรตินา (Retina) ม่านตา (Iris) ฝ่ามือ (Palm) ใบหน้า(Facial) หรือ การใช้พฤติกรรมของบุคคล เช่น เสียงพูด (Voice) หรือ ลายเซ็น (Signature) เป็นต้น ซึ่งการพิสูจน์เอกลักษณ์ของตัวบุคคลที่มีความน่าเชื่อถือมากที่สุด รวมถึงเสียงพูดและลักษณะเฉพาะของลายเซ็นเช่นเดียวกัน ดังนั้นจึงมีการเก็บข้อมูลส่วนบุคคลในลักษณะของรูปภาพดิจิตอลลงบนฐานข้อมูล และการนำเทคนิคการประมวลผลภาพเข้ามาประยุกต์ใช้ในการค้นคืน หรือการเปรียบเทียบเอกลักษณ์ของภาพจะเป็นเอกลักษณ์เฉพาะของแต่ละบุคคล ดังนั้นการประมวลผลภาพระดับต่ำ (Low Level Image Processing) เป็นการสกัดข้อมูลคุณลักษณะพื้นฐานของภาพด้วยวิธีการทางการประมวลผลภาพดิจิตอลต่างๆ เพื่อให้ได้มาซึ่งคุณลักษณะข้อมูลของภาพนั้นๆ เช่น ค่าระดับความเข้ม (Intensity),ค่าของสี (color value) รูปทรง หรือ ลวดลาย (texture) บางครั้ง อาจจะใช้ความสัมพันธ์ของพิกเซลข้างเคียงที่มีค่าของระดับเทา (gray level) เป็นต้น

2.3 ทฤษฎี Template Matching Algorithm

วิธีทางการจับคู่แม่แบบ (Template Matching) คือ การนำรูปภาพที่ต้องการหาค่าไปเปรียบเทียบกับรูปแบบตัวอย่าง (Template) ซึ่งรูปแบบนี้จะเก็บค่าและกำหนดลักษณะสำคัญต่างๆ ที่สามารถแยกความแตกต่างของตัวอักษรต่างๆไว้ ก่อนที่จะเปรียบเทียบจะต้องผ่านขั้นตอนการตัดแบ่งภาพตัวอักษรออกมาให้ได้ แล้วนำภาพอักษรทุกภาพส่งเข้าไปทำการเปรียบเทียบกับภาพตัวอย่างอักษร การจะใช้งานอัลกอริธึ่มนี้ได้จะต้องเตรียมภาพตัวอย่างอักษรหลายๆ แบบมาเตรียมไว้ก่อน เพื่อให้สามารถอ่านเอกสารได้หลายชนิดหลายฟอนต์ วิธีนี้เป็นที่นิยมมากเพราะให้ผลค่อนข้างแม่นยำและมีประสิทธิภาพ โดยเทคนิคการจับคู่กับแม่แบบเป็นการนำภาพแม่แบบไปวางทาบกับภาพที่พิจารณาไปยังจุด ต่าง ๆ จากซ้ายไปขวา บนลงล่าง ทำการประมวลผลโดยใช้ค่าของพิกเซลของภาพและแม่แบบที่อยู่ในตำแหน่งเดียวกัน เพื่อคำนวณหาค่าความเหมือนของแม่แบบกับบริเวณต่าง ๆ บนภาพ แต่ก็มีข้อเสีย คือ ช้า ยิ่งมีภาพตัวอย่างอักษรมากก็ยิ่งช้ามาก จึงมีผู้คิดค้นนำวิธีทางโครงข่างประสาทเทียม (Neural Network) เข้ามา

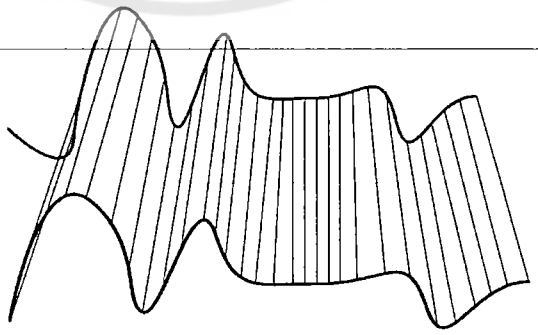
ใช้เปรียบเทียบตัวอักษร โดยจะอาศัยการทำงานที่จำลองมาจากการทำงานของสมองมนุษย์ อาศัยการรู้จำของแบบตัวอักษรหลายๆ รูปแบบ เมื่อนำรูปภาพเข้ามา โปรแกรมจะสามารถวิเคราะห์และตัดสินใจได้ว่าเป็นตัวอักษรใดได้อย่างรวดเร็ว โดยจะมีข้อมูลประกอบเป็นค่าระดับความเชื่อมั่นของการอ่าน (Confidence level) โดยจะมีค่าตั้งแต่ 0 – 100% เทคนิคนี้เหมาะสำหรับการหาลักษณะเฉพาะที่มีขนาดไม่ใหญ่ มีความอ่อนไหวต่อข้อมูลที่มีการแทรกซ้อน ขนาด และความเอียง

2.4 ทฤษฎี Dynamic Time Warping

Dynamic Time Warping (DTW) เป็นขั้นตอนวิธีสำหรับการเปรียบเทียบความคล้ายของลำดับที่มีความแตกต่างกันในด้านเวลาหรือความเร็ว เป็นวิธีที่ทำให้คอมพิวเตอร์สามารถหาการจับคู่ที่เหมาะสมของลำดับสองชุดได้ภายใต้ข้อจำกัด ลำดับเหล่านั้นจะถูกบิดเบือน (warp) แบบไม่คงที่ในหน่วยของเวลา เพื่อที่จะพิจารณาความคล้ายจากการกระจายแบบไม่คงที่ในหน่วยของเวลา โดยจะให้ผลลัพธ์ออกมาเป็นระยะทางและวิถีการปรับแนว (alignment) ที่ดีสุด ซึ่งวิธีการพิจารณาลำดับเช่นนี้พบได้บ่อยครั้งใน แบบจำลองฮิดเดนมาร์คอฟ (hidden Markov models)

การปรับแนว (Alignment) นั้นเป็นอีกผลลัพธ์หนึ่งของการทำได้นามิกไทม์วอร์ปปิง ซึ่งแสดงถึงการจับคู่กันของแต่ละจุดข้อมูลที่มู่ตำแหน่งสอดคล้องกันซึ่งเป็นกุญแจสำคัญในการประมวลผลเพื่อสกัดคุณสมบัติที่ต้องการได้ ได้นามิกไทม์วอร์ปปิง (Dynamic Time Warping) เป็นหนึ่งในเครื่องมือวัดความเหมือน (Similarity Measure) ที่ได้รับความนิยมเป็นอย่างมากในปัจจุบัน โดยเฉพาะในสาขาที่เกี่ยวข้องกับการประมวลผลอนุกรมเวลา (Time Series) ผลลัพธ์จากการคำนวณด้วยได้นามิกไทม์วอร์ปปิงประกอบด้วย 2 ส่วน คือ ระยะทาง (Distance) ระหว่างอนุกรมเวลาที่นำมาวัดและการปรับแนวระหว่างอนุกรมทั้งสอง

ตัวอย่างการนำ ได้นามิกไทม์วอร์ปปิง มาประยุต์ใช้ เช่น รูปแบบการเดินของคนๆ หนึ่งจะถูกนับว่ามีความคล้าย ไม่ว่าคนๆนั้นจะเดินอย่างรวดเร็ว เดินอย่างเชื่องช้า หรือแม้แต่เดินด้วยความเร่งเมื่อพิจารณาจากผู้สังเกตเดียวกัน ซึ่งได้นามิกไทม์วอร์ปปิงสามารถนำไปประยุกต์ได้กับวิดีโอ เสียง และภาพ รวมไปถึงข้อมูลต่างๆที่สามารถแปลงให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงเส้นได้ อีกตัวอย่างหนึ่งของการประยุกต์ขั้นตอนวิธีนี้ไปใช้คือ การรู้จำคำพูด โดยใช้ได้นามิกไทม์วอร์ปปิง เพื่อจัดการกับคำพูดที่มีความเร็วไม่เท่ากัน แม้จะสื่อความหมายเดียวกัน



รูป 2.4 การจับคู่ของแต่ละจุดข้อมูลมู่ตำแหน่งสอดคล้องกัน

หลักการของได้นามิกไทม์วอร์ปปิง (DTW) คือ เปรียบเทียบลำดับที่ขึ้นอยู่กับเวลาสองชุด ซึ่งเขียนเป็นฟังก์ชั่น ดังนี้

$X := (x_1, x_2, ..., x_n)$ ด้วยความยาว N ซึ่งเป็นจำนวนเต็ม

$Y := (y_1, y_2, ..., y_m)$ ด้วยความยาว M ซึ่งเป็นจำนวนเต็ม

โดยลำดับเหล่านี้อาจจะเป็นสัญญาณที่ไม่ต่อเนื่อง หรือ ลำดับของลักษณะเฉพาะ (feature) ที่ถูกสร้างขึ้นตามช่วงเวลา(อนุกรมเวลา) กำหนดให้ปริภูมิของลักษณะเฉพาะแทนด้วย F ดังนั้น $x_n, y_m \in F$ สำหรับ $n \in [1 : N]$ และ$m \in [1 : M]$ เพื่อที่จะเปรียบเทียบลักษณะเฉพาะ $x, y \in F$ จึงจำเป็นที่จะต้องการคำนวณระยะทางเฉพาะส่วน (local distance measure) DTW จะทำการหาจุดเปรียบเทียบที่ให้ค่าระยะห่างรวมหรือ warping path (p) ระหว่าง 2 ลำดับข้อมูลให้มีค่าน้อยที่สุด เพื่อทำการหาการวางซ้อนทับกันที่ดีที่สุด

2.5 การนอมอลไรซ์ (Normalization)

เนื่องจากลายมือเขียนอามีขนาดและตำแหน่งในการเขียนที่ไม่แน่นอน ดังนั้นการนอมอลไรซ์ คือ การปรับตัวอักษรลายมือให้มาอยู่ในมาตรฐานเดียวกัน และทำให้ง่ายต่อการประมวลผล โดยการปรับขนาดและย้ายตำแหน่งของตัวอักษร วิธีการนอมอลไรซ์ มี 2 วิธีการ ดังนี้

1. การนอมอลไรซ์แบบกำหนดความกว้างและความสูง เป็นการปรับให้ตัวอักษรมีขนาดความกว้างและความสูงตามที่ต้องการ ซึ่งมีสมการการปรับตัวอักษร ดังนี้

$$X_i^N = \frac{X_i - X_{min}}{X_{max} - X_{min}} \times W \quad \text{----------} \ ①$$

$$Y_i^N = \frac{Y_i - Y_{min}}{Y_{max} - Y_{min}} \times H \quad \text{----------} \ ②$$

เมื่อ

(X_i^N, Y_i^N) คือ พิกัดในแกน X และ Y ของจุดที่ i ที่เกิดจากการนอมอลไรซ์

(X_i, Y_i) คือ พิกัดในแกน X และ Y ของจุดที่ i ที่เกิดจากข้อมูลจริง

X_{min}, Y_{min} คือ พิกัดในแกน X และ Y ที่เกิดจากข้อมูลจริงที่มีค่าน้อยที่สุด

X_{max}, Y_{max} คือ พิกัดในแกน X และ Y ที่เกิดจากข้อมูลจริงที่มีค่ามากที่สุด

W และ H คือ ความกว้างและความสูงของตัวอักษรที่ต้องการหลังจากการนอมอลไรซ์แล้ว

2. การนอมอลไรซ์แบบกำหนดความสูง เป็นการปรับให้ตัวอักษรมีขนาดความสูงเท่ากันตามที่ต้องการ โดยสัดส่วนของความกว้างต่อความสูงเท่าเดิม โดยการหาอัตราส่วน ด้วยสมการที่ 3

$$R = \frac{H_N}{H_0} \quad \text{----------} ③$$

R คือ อัตราส่วนของความสูงใหม่เทียบกับความสูงเดิม

H_N คือ ความสูงใหม่ของตัวอักษรลายมือเขียน

H_O คือ ความสูงเดิมของตัวอักษรลายมือเขียน

นำอัตราส่วนที่ได้มาคำนวณหาค่าพิกัดใหม่ด้วยสมการที่ 4 และ 5 ซึ่งจะทำให้ได้ตัวอักษรที่ตำแหน่งพิกัดอ้างอิงเดียวกัน โดยตัวอักษรใหม่มีขนาดความสูงตามที่ต้องการและยังคงสัดส่วนของตัวอักษรเหมือนกับตัวอักษรเดิม

$$X_i^N = (X_i - X_{min}) \times R \quad \text{----------④}$$

$$Y_i^N = (Y_i - Y_{min}) \times R \quad \text{----------④}$$

เมื่อ

(X_i^N, Y_i^N) คือ พิกัดในแกน X และ Y ของจุดที่ i ที่เกิดจากการนอมอลไรซ์

(X_i, Y_i) คือ พิกัดในแกน X และ Y ของจุดที่ i ที่เกิดจากข้อมูลจริงตามลำดับ

X_{min}, Y_{min} คือ พิกัดในแกน X และ Y ที่เกิดจากข้อมูลจริงที่มีค่าน้อยที่สุด

2.6 สหสัมพันธ์ (Correlation)

สหสัมพันธ์เป็นการศึกษาความสัมพันธ์ระหว่างข้อมูลหรือตัวแปรตั้งแต่ 2 ตัวขึ้นไป ว่ามีความสัมพันธ์กันในระดับใดและมีความสัมพันธ์ในทิศทางใด เช่น ความสูงกับน้ำหนักของคนมีความสัมพันธ์กันมากหรือน้อยและมีความสัมพันธ์ในทิศทางเดียวกันหรือตรงกันข้ามถ้าให้ X เป็ นตัวแปรแทนความสูง (cm) Y เป็นตัวแปรแทนน้ำหนัก (kg) ลักษณะของข้อมูลที่เก็บรวมรวมมาจะต้องเป็นข้อมูลที่มาจากหน่วยตัวอย่าง ในการวิจัยนี้ คือ การหาความสัมพันธ์ของจุด (x,y) ของลายเซ็นดิจิตอล ซึ่งการหาค่าสหสัมพันธ์ หาได้ดังนี้

$$r = \frac{cov(x,y)}{s_x s_y}$$

$$= \frac{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})(y_i-\bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^{n}(x_i-\bar{x})^2 \sum_{i=1}^{n}(y_i-\bar{y})^2}}$$

โดยที่ r แทนสัมประสิทธ์สหสัมพันธ์เพียร์สัน

cov(x,y) แทนความแปรปรวนร่วมของตัวแปร X และ Y

s_x , s_y แทนส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐานของตัวแปร

$\bar{x}, \bar{y}$ แทนค่าเฉลี่ยของตัวแปร X และ Y

N แทนจำนวนตัวอย่าง

ในงานวิจัยนี้ ค่าสหสัมพันธ์นั้นเป็นการหาสหสัมพันธ์ระหว่างค่า X_i (n) และ Y_i (m) ซึ่งมาจากสัญญาณเดียวกัน โดยทั่วไปจะเรียกว่า ค่าสหสัมพันธ์เฉพาะตัว (Auto-correlation)

2.7 การวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินซ์ (Box-Jenkins)

วิธีของบอกซ์–เจนกินส์ (วิชิต หล่อจีระชุณห์กุล และจิราวัลย์ จิตรถเวช, 2548) การพยากรณ์ ด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์เป็นการพยากรณ์เชิงปริมาณวิธีหนึ่งที่มีแนวคิดว่าพฤติกรรมในอดีตของสิ่งที่ต้องการพยากรณ์นั้นเพียงพอที่จะพยากรณ์พฤติกรรมในอนาคตของตัวเองได้ โดยในการพยากรณ์ข้อมูลอนุกรมเวลาด้วยวิธีของบอกซ์-เจนกินส์นี้จะแตกต่างจากการพยากรณ์โดยวิธีอื่น ซึ่งผู้ที่สร้างตัวแบบพยากรณ์นั้นต้องกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ก่อนที่จะทำการวิเคราะห์ต่อไป โดยเฉพาะเมื่ออนุกรมเวลาไม่มีแนวโน้มวัฏจักรหรือ ฤดูกาลที่ชัดเจนทำให้ยากในการกำหนดรูปแบบหรือการวิเคราะห์การทดถอยที่เหมาะสมได้ ซึ่งจะต้องทำการกำหนดรูปแบบของความสัมพันธ์ระหว่างตัวแปรอิสระกับตัวแปรตามก่อน แต่วิธีพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์ สามารถแก้ปัญหาดังกล่าวได้ เพราะวิธีพยากรณ์ของบอกซ์-เจนกินส์นั้นไม่มีการกำหนดรูปแบบที่ตายตัวขึ้นก่อน ทำการวิเคราะห์ โดยในระหว่างการวิเคราะห์รูปแบบจะถูกกำหนดขึ้นมาเอง ซึ่งสามารถทำตามขั้นตอนของ บอกซ์-เจนกินส์ได้ ดังนี้

คำนวณหาค่าของฟังชันก์สหสัมพันธ์ในตัวเอง (Autocorrelation Function: ACF) และฟังก์ชันสหสัมพันธ์ในตัวเองบางส่วน (Partial Autocorrelation Function: PACF) เป็นขั้นตอนแรกสำหรับการวิเคราะห์อนุกรมเวลาที่มีสมบัตินิ่ง (stationary) คือ การนำอนุกรมเวลาที่เราต้องการหาค่าการพยากรณ์มาคำนวณหาค่า ACF เพื่อใช้เป็นแนวทางในการกำหนดรูปแบบหรือใช้ในการเลือกตัว แบบซึ่งจะบอกถึงลำดับหรือจำนวนเทอมของข้อมูลที่จะต้องพิจารณาย้อนหลังที่มีค่าสังเกต N คือ $X_1, X_2, X, X_4, \ldots, N$

คำนวณหาค่า ACF จากสมการ

$$r_j = \frac{\sum_{t=1}^{n-j}(x_t - \bar{x})(x_{t+j} - \bar{x})}{\sqrt{\sum_{t=1}^{n}(x_t - \bar{x})^2}}$$

เมื่อ X_t คือ ข้อมูลหรือค่าสังเกต ณ เวลา t

J คือ จำนวนช่วงเวลาที่ข้อมูลอยู่ห่างกัน j =1, 2,,..., k

N คือ จำนวนข้อมูลทั้งหมด

2.8 ความคลาดเคลื่อนกำลังสอง

การวัดความถูกต้องเป็นฟังก์ชันของค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์โดยไม่คำนึงถึงทิศทางนั่น คือ พิจารณาค่า $e^t, e_t^2, \frac{|e_t|}{y_t}$ แทนการพิจารณาค่าคลาดเคลื่อนธรรมดาโดยฟังก์ชั่นของค่าคลาดเคลื่อนดังกล่าวจะใช้ช่วยวัดความถูกตอ้ง ได้แก่ค่า MAD , MSE และ MAPE ตามลำดับ การที่ค่าเหล่านี้มีค่าน้อยเป็นผลเนื่องมาจากค่าคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์(e^t) ต่ำสุด ดังนี้

MSE (Mean Square Error) เป็นค่าวัดความถูกต้องของการพยากรณ์ที่วัดจากขนาดของค่าความคลาดเคลื่อนของการพยากรณ์ที่ได้จากกำลังสองของความคลาดเคลื่อน ค่า MSE จะมีหน่วยวัดเป็นกำลังสองของหน่วยวัดของค่าสังเกตโดย

$$\text{MSE} = \frac{\sum_{t=1}^{n} e_t^2}{n}$$

เมื่อ e^t คือ ความคลาดเคลื่อน และ

Y_t คือ ข้อมูลจริง

n คือ จำนวนข้อมูล

ค่า MSE จะไวต่อความคลาดเคลื่อนที่มีขนาดใหญ่ แทนการใช้ MSE บางครั้งผู้พยากรณ์ใช้รากกำลังสองของค่า MSE ที่เรียกว่า RMSE (Root Mean Square Error) ซึ่งมีหน่วยเดียวกับค่าสังเกตแทนโดย $RSME = \sqrt{MSE}$

ในการวิจัยนี้เป็นการนำผลจากการหาความสัมพันธ์ของจุด (x,y) ของลายเซ็นบนเทคนิคเฟสสเปซเมื่อเทียบกับเวลา โดยการนำเทคนิคการวิเคราะห์อนุกรมเวลาด้วยวิธีบอกซ์-เจนกินซ์ ค่าความคลาดเคลื่อนกำลังสองมาประยุกต์ใช้ในการหาความแม่นยำในการวิเคราะห์ลายเซ็นดิจิตอล

2.9 ระบบตรวจสอบลายเซ็น

การรู้จำลายมือเขียน (Handwriting Recognition) หรือการรู้จำลายเซ็น (Signature Recognition) เป็นการศึกษาการรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) รูปแบบหนึ่ง ซึ่งการรู้จำ รูปแบบนี้เป็นกระบวนการตัดสินใจเพื่อการจำแนกวัตถุ (Objects) ออกเป็นประเภท (Classes) ตาม รูปแบบของวัตถุที่เราสามารถหาได้จากการวัดหรือคำนวณ การศึกษาแนวคิดต่างๆ เพื่อที่จะให้คอมพิวเตอร์สามารถทำงานเหล่านี้ได้โดยใช้เหตุผล หรือ คณิตศาสตร์มาหารูปแบบ (Pattern) และหาคำอธิบายของวัตถุใดๆ โดยใช้ความรู้ด้านอื่นๆ มาช่วยในการวิเคราะห์ เช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) ทฤษฎีฟัซซี่ (Fuzzy Theory) สถิติ (statistics) การประมวลผลสัญญาณ (Signal Processing) เป็นต้น

ระบบตรวจสอบลายเซ็นนั้น ได้ถูกศึกษามานานมากแล้วและยังคงมีการพัฒนาวิธีการตรวจสอบหรือคัดแยกลายเซ็นวิธีการใหม่ๆ ออกมา เนื่องจากมีการเปลี่ยนแปลงทางด้านทฤษฎี รวมถึงเทคโนโลยีก็มีการคิดค้นและผลิตอุปกรณ์ออกมาตลอดเวลา ในระบบตรวจสอบลายเซ็นที่ผ่าน มาได้มีการใช้อัลกอริธึมมากมาย ยกตัวอย่างเช่น โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network), ซัพพอร์ทเวกเตอร์มาชีน (Support vector machine), Gaussian Mixture Model เป็นต้น

เนื่องมาจากลายเซ็นเป็นหนึ่งในข้อมูลทางไบโอเมตริก ซึ่งอาศัยลักษณะทางพฤติกรรมของบุคคลมาเป็นลักษณะเด่น สามารถใช้ในการยืนยันความเป็นเจ้าของในเอกสารต่างๆ เช่น การทำ

ธุรกรรม ทางการเงิน การติดต่อกับสถานที่ราชการ เป็นต้น แต่ก็ยังถือว่าอยู่ภายในวงจำกัด ส่วนใหญ่การตรวจสอบลายเซ็นมักถูกตรวจสอบด้วยสายตาเนื่องจากง่ายและสะดวก แต่ผู้ตรวจสอบต้องมีความเชี่ยวชาญอย่างมากในการตรวจสอบเปรียบเทียบกับลายเซ็นที่อ้างอิงไว้ ซึ่งอาจเกิดความผิดพลาดได้ เช่น ผู้ปลอมแปลงลายเซ็นอาจทำได้อย่างแนบเนียน เจ้าของลายเซ็นนั้นอาจเซ็นแต่ละครั้งไม่คงที่ รวมไปถึงเอกสารที่มีตัวอย่างลายเซ็นเกิดการสูญหาย สาเหตุเหล่านี้อาจทำให้การตรวจสอบความถูกต้อง ทำได้ยากยิ่งขึ้น แต่ในปัจจุบันได้มีการนำคอมพิวเตอร์เข้ามาใช้งานเพื่อบันทึกข้อมูลสำคัญต่างๆ ลงใน หน่วยความจำด้วย การใช้คอมพิวเตอร์มาช่วยในการประมวลผลของระบบตรวจสอบลายเซ็นนั้น จะช่วยเพิ่มความถูกต้องและความสะดวกในการตรวจสอบลายเซ็นมากขึ้น

2.9.1 ระบบตรวจสอบลายเซ็นแบบออฟไลน์ (Off-Line Signature Verification) การตรวจสอบลายเซ็นแบบออฟไลน์นั้น เป็นการทำงานภายหลังการเขียนหรือเซ็นลายเซ็น เสร็จสิ้นแล้วจากนั้นเครื่องสแกนจะทำการแปลงภาพหรือเอกสารที่มีลายเซ็นปรากฏอยู่ให้กลายเป็นรูปภาพขาวดำ (binary image) เมื่อได้ภาพของลายเซ็นแล้วจะนำไปผ่านกระบวนการประมวลผลข้อมูลเบื้องต้น โดยการกรองสัญญาณรบกวน หรือ การแปลงลายเซ็นให้เป็นสีขาวและแปลงแบล็คกราวน์ดเป็นสีดำแล้วตัดขอบภาพให้พอดีกับลายเซ็น รวมถึงทำการนอร์มอลไลส์ขนาด เป็นต้น จากนั้นทำการดึงลักษณะเด่นออกมาแล้วใช้อัลกอริทึมต่างๆ เป็นตัวคัดแยกลายเซ็น เช่น โครงข่ายประสาทเทียม เป็นต้น ปัจจุบันงานวิจัยเกี่ยวกับการ ตรวจสอบลายเซ็นแบบออฟไลน์นั้นน้อยลงมาก เนื่องจากข้อจำกัดต่างๆ ของระบบตรวจสอบประเภทออฟไลน์ คือ การที่ระบบตรวจสอบลายเซ็นแบบออฟไลน์นี้ไม่สามารถใช้ข้อมูลได้นามิกส์หรือข้อมูลที่เกิดขึ้นขณะที่ทำการเขียนมาทำการประมวลผลได้แต่คนส่วนใหญ่มีเอกลักษณ์ในการเขียนอักษรแต่ละตัวแตกต่างกัน ยกตัวอย่างเช่น น้ำหนักการกดปากกา จำนวนครั้งของการลากเส้น ลำดับของการลากเส้น และทิศทางการลาก เป็นต้น

2.9.2 ระบบการตรวจสอบลายเซ็นแบบออนไลน์ (On-Line Signature Verification) การตรวจสอบลายเซ็นแบบออนไลน์ จำเป็นต้องมีการแปลงลายเซ็นไปเป็นรหัสอักษรที่สามารถนำไปใช้ในระบบคอมพิวเตอร์ได้และแอพลิเคชันเกี่ยวกับการประมวลผลตัวอักษรเช่นเดียวกับแบบออฟไลน์ แต่การตรวจสอบลายเซ็นแบบออนไลน์นั้น อาศัยการรับข้อมูลลายเซ็น จากอุปกรณ์จอสัมผัสต่างๆ และอุปกรณ์เสริม เช่น กระดานดิจิตอล เม้าส์ปากกา สไตลัส (Stylus) เป็นต้น ซึ่งอุปกรณ์เหล่านี้จะเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์ ซึ่งในขณะที่ผู้ใช้งานทำการ เซ็นลายเซ็น ค่าที่คอมพิวเตอร์รับได้จากกระดานดิจิตอล จะถูกเก็บลงในคอมพิวเตอร์ทันที ข้อมูลที่ เก็บได้จะเป็นลักษณะของการเขียน เช่น ทิศทางการลากขณะเซ็นลายเซ็น ความเร็ว ความเร่ง แรงกด เป็นต้น จากนั้นข้อมูลเหล่านี้ ก็จะถูกนำไปใช้เป็นลักษณะเด่นซึ่งจะนำไปผ่านกระบวนการตรวจสอบ ลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอม เนื่องจากข้อมูลของลักษณะทางพฤติกรรมเหล่านี้มีจำนวนมาก งานวิจัยเกี่ยวกับระบบตรวจสอบลายเซ็นแบบออนไลน์จึงมีหลากหลายวิธี ทั้ง การใช้โครงข่าย ประสาทเทียม การใช้ Hidden Markov Model (HMM) การใช้Gaussian Mixture Model เป็นต้น

2.10 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จิตรพงษ์ เจริญจิตร และคณะ (2561) ได้ศึกษาระบบแยกประเภทไข่มุก ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ มีจุดมุ่งหมายเพื่อการศึกษาหาสี ขนาด และความกลมของไข่มุก เพื่อใช้ในการวิเคราะห์ไข่มุก เพื่อช่วยในการเลือกซื้อไข่มุก โดยแบ่งขั้นตอนการทำงานออกเป็นขั้นตอนหลักๆ คือ ขั้นตอนเตรียมภาพก่อนการประมวลผลซึ่งเป็นการเตรียมข้อมูลก่อนที่จะทำการประมวลผล โดยการทำภาพสีขาวดำ การตัดขอบ การปรับขนาดภาพ ขั้นตอนต่อไปจะเป็นขั้นตอนการหาลักษณะพิเศษ โดยการหาค่าสี การหาขนาดและการหาค่าความกลมของไข่มุก ขั้นตอนสุดท้ายขั้นตอนการแสดงผล สำหรับการทดสอบความถูกต้องของระบบโดยใช้ภาพไข่มุก จำนวน 16 ภาพ ระบบให้ความถูกต้องคิดเป็นประมาณ 90 เปอร์เซ็นต์

ภูมินทร์ ตันอุตม์ และ คณะ (2560) ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดภาพดอกดาวเรืองด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ การวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมในการวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรือง โดยใช้เทคนิคการแบ่งกลุ่มด้วยวิธีการวัดระยะห่างของข้อมูลและเทคนิคการประมวลผลภาพของระบบสายพานลำเลียงดอกดาวเรืองและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์ขนาดของดอกดาวเรือง ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพร่วมกับวิธีการจัดกลุ่มของขนาดดาวเรืองด้วยการวัดระยะห่างของข้อมูล (Euclidian Distance) เพื่อใช้ในการระบุขนาดของดอกดาวเรือง โดยการทดลองผู้วิจัยได้ใช้ดอกดาวเรืองจำนวน 100 ดอกจากท้องตลาด ซึ่งแบ่งออกเป็น 4 ประเภท ได้แก่ 1) ขนาดจัมโบ้ 2) ขนาด ใหญ่ 3) ขนาดรอง และ 4) ขนาดเล็ก ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 90.28 เปอร์เซ็นต์

ทนพ.อภิชิต อาสนาทิพย์และ สุรเดช บุญลือ (2558) ได้ศึกษา การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด ซึ่งเป็นการตรวจภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดที่ใช้การเจาะเลือดไปตรวจหาค่าบิลิรูบิน ซึ่งวิธีการดังกล่าวทำให้เกิดการเจ็บปวดของทารกและมีความเสี่ยงต่อการอักเสบของกระดูกเส้นเท้าของทารก จึงได้นำเทคโนโลยีด้านการประมวลผลภาพมาประยุกต์ใช้เพื่อแก้ปัญหาดังกล่าว โดยงานวิจัยนี้เป็นการวิจัยเพื่อสร้างและประเมินตัวแบบคัดกรองภาวะตัวเหลือง รวมทั้งพัฒนาโปรแกรมการคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด โดยเก็บตัวอย่างภาพถ่ายบริเวณทรวงอกของทารกแรกเกิดจากโรงพยาบาลรวมแพทย์ (หมออนันต์) อำเภอเมือง จังหวัดสุรินทร์ จำนวน 45 คน ๆ ละ 3 ภาพ รวม 135 ภาพ โดยแบ่งออกเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มที่ 1 เป็นทารกที่ไม่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 51 ภาพและกลุ่มที่ 2 เป็นทารกที่มีภาวะตัวเหลืองจำนวน 84 ภาพ ตัวอย่างทั้งหมดถูกนำมาวิเคราะห์หาค่าบิลิรูบินโดยใช้โปรแกรมที่พัฒนาขึ้นภายใต้ระบบปฏิบัติการแอนดรอยด์ ด้วยโปรแกรมดังกล่าว ค่าสีในระบบสี CYMK จะถูกวิเคราะห์และคำนวณหาค่าบิลิรูบินเพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลือง ผลการวิจัยพบว่าโปรแกรมที่พัฒนาขึ้น สามารถตรวจวัดค่าบิลิรูบินเพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลืองได้และมีค่าความถูกต้องร้อยละ 90.00 มีความแม่นยำ ร้อยละ 91.67 และประสิทธิภาพโดยรวมได้ร้อยละ 91.76 สรุปได้ว่าโมเดลที่พัฒนาขึ้นสามารถนาไปใช้ในการคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิดได้

นายเกริกฤทธิ์ ศรีเคน (2558) ได้ศึกษาการตรวจจับอาการง่วงนอนโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ มีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาเทคนิคและอัลกอริทึมการตรวจจับดวงตา สำหรับเฝ้าระวังอาการง่วงนอน โดยใช้วิธีการประมวลผลภาพดิจิตอลของผู้ขับขี่รถยนต์ โดยขั้นตอนแรกเป็นการตรวจจับใบหน้าโดยใช้เครือข่ายประสาทเทียมและการคัดแยกสีผิว ต่อมาในขั้นตอนที่สองจะใช้เทคนิคและวิธีการอินทิกรัลโปรเจ็กชัน (Integral Projection) วิธีการตั้งค่าขีดเริ่มเปลี่ยน (Threshold) และวิธีการจับคู่แม่แบบ (Template Matching) ในการค้นหาตำแหน่งของดวงตา จากนั้นจะทำการประเมินสถานะของผู้ขับขี่รถยนต์ด้วยการคำนวณหาค่า PERCLOS ซึ่งเป็นการคำนวณหาอัตราส่วนของการปิดตาต่ำกว่าร้อยละ 20 ต่อการปิดตาระหว่างร้อยละ 20 – 80 ของการเปิดตาสูงสุด ในขั้นสุดท้ายจะนำค่า PERCLOS ที่ได้มาคาดเดาอาการของผู้ขับขี่รถยนต์ ผลการทดลองที่นำเสนอแสดงให้เห็นถึงประสิทธิผลของอัลกอริทึมและความเป็นไปได้ในการประยุกต์เพื่อการใช้งานได้จริง

นุชรี ธรรมโชติ (2557) ได้ศึกษาการพัฒนาระบบการประมวลผลภาพสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดและสายพันธ์ของหมึกกล้วยแปรรูป โดยเสนอการพัฒนาระเบียบในวิธีการคัดแยกขนาดและสายพันธุ์ของหมึกกล้วยแปรรูป โดยใช้เทคนิคการประมวลผลภาพ ซึ่งในงานวิจัยได้ทำการจำแนกขนาดของหมึกกล้วยแปรรูปออกเป็น 4 ขนาดตามช่วงน้ำหนักของหมึกตามขนาดจาก ขนาดใหญ่ไปหาขนาดเล็กและได้ทำการจำแนกสายพันธุ์หมึกกล้วยออกเป็น 2 สายพันธุ์ ตามจำนวนสายพันธุ์หมึกกล้วยที่มีการนำมาแปรรูป โดยใช้การวิเคราะห์คุณลักษณะภาพถ่าย ด้วยการใช้พื้นที่เส้นรอบรูป ความยาว ความกว้าง อัตราส่วนระหวางความยาวกับความกว้าง โดยนำเสนอ 2 วิธี คือ การใช้สมการถดถอยและโครงข่ายประสาทเทียม ผลจากการทดลองพบว่า สมการถดถอยแบบโพลิโนเมียลกำลังสองให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 88.00% ส่วนโครงข่ายประสาทเทียมให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ยในการคัดแยกประมาณ 89.00 – 90.00 % ซึ่งไม่แตกต่างกัน ซึ่งพารามิเตอรที่สามารถอธิบายความแตกต่างของหมึกทั้ง 2 สายพันธุ์ ได้ดีคือ ความยาวและความกว้าง ส่วนการคัดแยกสายพันธุ์คือ การใช้ค่าอัตราส่วนระหว่างความยาวกับความกว้างเท่ากับ 3.4 เป็นตัวแยกสองสายพันธุ์ออกจากกัน และการใช้สมการจำแนกกลุ่ม ซึ่งให้ค่าความถูกต้องในการคัดแยกเท่ากับ 90.08% และ 92.1% ตามลำดับ ซึ่งจะเห็นได้ว่าทั้ง 2 วิธีให้ค่าความถูกต้องที่ใกล้เคียงกัน

พศิน อินทามระ และคณะ (2555) ได้ศึกษาการจับคู่จุดควบคุมภาคพื้นดินบนภาพถ่ายดาวเทียมอัตโนมัติ ภาพถ่ายดาวเทียมระดับสองมีค่าพิกัดคลาดเคลื่อนกับพิกัดที่แท้จริงบนโลก การแก้ไขด้วยสายตามนุษย์ก่อให้เกิดความคลาดเคลื่อนสูงและเสียเวลามาก จุดควบคุมภาคพื้นดินเป็นข้อมูลที่สำคัญ ในการปรับเชิงเรขาคณิต รายงาน ฉบับนี้นำเสนอฐานข้อมูลสำหรับเก็บจุดควบคุมภาคพื้นดินโดยใช้ภาพถ่ายดาวเทียมระดับสามซึ่งสร้างมาจากจุดควบคุม ภาคพื้นดินที่อ้างอิงค่าพิกัดจาก Google Map ด้วยโปรแกรม ENVI นอกจากนี้ยังทำการทดลองเปรียบเทียบรูปภาพระหว่างจุดควบคุมภาคพื้นดินกับภาพถ่ายดาวเทียม โดยทำการทดลองกับหลายๆ ขั้นตอนวิธีและช่วงเคลื่อนความถี่ของภาพ ในการทดลองพบว่าขั้นตอนวิธีแบบ Phase Correlation และช่วงเคลื่อนความถี่สีแดงให้ผลลัพธ์ดีที่สุด

ธนาวุฒิ ประกอบผล (2555) การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยระหว่างวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับวิธีการถดถอยพหุคูณจากพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ ผลการวิจัยพบว่า รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้น (multilayer Percetron) แบบแพร่ย้อนกลับ (back propagation neural networks) ที่กำหนดให้ชั้นข้อมูลป้อนเข้า (input layer) จำนวน 11 นิวรอล ชั้นแอบแฝง (hidden layer) จำนวน นิวรอล และชั้นผลลัพธ์ (output layer) จำนวน 1 นิวรอล ฟังก์ชันการแปลง (transfer function) คือ ฟังก์ชันซิกมอยด์ (Sigmoid function)และกำหนดค่าพารามิเตอร์จำนวนรอบการสอนเท่ากับ 5000 รอบ ค่าสัมประสิทธิ์การเรียนรู้(η) = 1.0 และ ค่าโมเมนตัม (α) = 0.5 เป็นวิธีการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุดเมื่อพิจารณาค่ารากที่สองของความคลาดเคลื่อน กำลังสองเฉลี่ย โดยมีค่าเท่ากับ 0.1824 และ รูปแบบโครงข่ายประสาทเทียมแบบหลายชั้นแบบแพร่ ย้อนกลับ ที่กำหนดให้ชั้นข้อมูลป้อนเข้า จำนวน 17 นิวรอล ชั้นแอบแฝง จำนวน 4 นิวรอล และ ชั้นผลลัพธ์จำนวน 1 นิวรอล ฟังก์ชันการแปลง คือ ฟังก์ชันซิกมอยด์ และกำหนดค่าพารามิเตอร์ จำนวนรอบ การสอนเท่ากับ 5000 รอบ ค่าสัมประสิทธิ์การเรียนรู้ η = 1.0 และค่าโมเมนตัม α = 0.5 เป็นวิธีการพยากรณ์ที่แม่นยำที่สุดเมื่อพิจารณาค่าเปอร์เซ็นต์ของความคลาดเคลื่อนสัมบูรณ์เฉลี่ย โดยมี ค่าเท่ากับ 5.26%

คุณชัชนี เนียมสวรรค์ (2555) ได้ทำการศึกษา "การคัด แยกลายเซ็นของบุคคลโดยใช้ค่าสัมประสิทธิ์การประมาณพันธะเชิงเส้นของฟังก์ชันถ่ายโอนและ โครงข่ายประสาทเทียม" โดยพัฒนารูปแบบการคัดแยกลายเซ็นแบบใหม่ งานวิจัยนี้มีฐานข้อมูลที่จัดทำขึ้นเอง โดยเก็บข้อมูลตัวอย่างจำนวน 45 คน แต่ละคนทำการเซ็นลายเซ็นคนละ 0 ลายเซ็นแบ่งเป็น 15 ลายเซ็นแรกใช้เป็นชุดสำหรับ กระบวนการฝึกสอน (Training) และ 15 ลายเซ็นหลังใช้เป็นชุดข้อมูลสำหรับกระบวนการทดสอบ (Testing) และมีการแบ่งลักษณะอักษรในการเซ็นออกเป็น กรณี คือ กรณีลายเซ็นภาษาไทยจำนวน 15 คน, กรณีลายเซ็นภาษาอังกฤษ จำนวน 15 คน และกรณีลายเซ็นเป็นลักษณะของลายเซ็นที่ไม่ใช่ ลักษณะของภาษาไทยและภาษาอังกฤษจำนวน 15 คน นำไปฝึกฝนโครงข่ายประสาทเทียมที่มีการเรียนรู้แบบ เพอร์เซพทรอนเพื่อทำการคัดแยกลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอม

กตัญญู แสนเขื่อนแก้ว (2548 : บทคัดย่อ) ได้ศึกษาเรื่อง ระบบรู้ตัวอักษรไทยลายมือเขียนโดยใช้ แอนท์-ไมเนอร์อัลกอลิทึม งานวิจัยนี้มีความสนใจที่จะนำเสนอระบบการรู้จำตัวอักษรไทยลายมือเขียนภาษาไทยแบบใหม่โดยการประยุกต์ใช้ แอน์-ไมเนอร์ อัลกอลิทึม ซึ่งเป็นหนึ่งในอัลกอลิทึมประเภทอัจฉริยะแมลง ระบบนี้มีขั้นตอนการทำงานอยู่สี่ขั้นตอนหลักคือ (1) กระบวนการพรีโพรเซส จะทำการกำจัดสัญญาณรบกวนและทำการแยกตัวอักษรจากเส้นบรรทัดออกเป็นตัวอักษรเดี่ยว (2) กระบวนการค้นหาคุณลักษณะสำคัญของตัวอักษรซึ่งประกอบด้วย ตำแหน่งหัว ตำแหน่งจุดปลาย ทิศทางของจุดปลาย อัตราความกว้างต่อความสูง และจำนวนจุดที่เส้นอ้างอิงตัดผ่าน (3) กระบวนการรู้จำ จะนำคุณลักษณะที่สำคัญของตัวอักษรนั้นมาประมวลผลโดย แอนท์-ไมเนอร์อัลกอลิทึมเพื่อสร้างกฎในการรู้จำตัวอักษรเหล่านั้น และ (4) กระบวนการโพสโพรเซส เป็นกระบวนการนำข้อมูลที่ประมวลผลแล้วสร้าง

กลับเป็นประโยคตามเดิม งานวิจัยนี้ใช้ตัวอักษรในการทดลองจำนวน 11 ตัวอักษรประกอบไปด้วย พยัญชนะไทย สระ วรรณยุกต์และสัญลักษณ์พิเศษที่ใช้บ่อยในภาษาไทย ซึ่งผลจากการวิจัยปรากฏว่า ระบบสามารถรู้จำตัวอักษรที่นำไปสอนระบบจำนวน 11,300 ตัวได้ 98.11% และรู้จำตัวอักษรที่ไม่เคยสอนให้ระบบจำนวน 22,600 ตัวได้ 74.99%

นำชัย ยิ่งนวลจันทร์ (2546: บทคัดย่อ) ระบบการรู้จำลายมือเขียนแบบออนไลน์สำหรับสัญลักษณ์ภาษาเชดโดยใช้ข่ายงานประสาทแบบแพร่กระจายย้อนกลับ งานวิจัยนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อหาวิธีการรู้จำลายมือเขียนแบบออนไลน์สำหรับสัญลักษณ์ในภาษาเชดโดยใช้ข่ายงานประสาทแบบแพร่กระจายย้อนกลับ โดยครอบคลุมสัญลักษณ์ที่แตกต่างกันจำนวน 103 ตัว งานวิจัยมีการพัฒนากระบวนการประมวลผลเบื้องต้นด้วยเทคนิคการนอร์มอลไลซ์แบบพิจารณาลักษณะของสโตรค การพัฒนากระบวนการหาลักษณะเด่นด้วยเทคนิคการแบ่งสโตรคออกเป็นเซกเมนต์ และหาชนิดของสโตรคและเซกเมนต์โดยพิจารณาจากค่าความโค้งและจำนวนจุดเด่นของแต่ละสโตรค และการพัฒนากระบวนการเข้ารหัสด้วยการจัดโครงสร้างของข้อมูลนำเข้าให้เป็นสัดส่วนสำหรับลักษณะเด่นแต่ละชนิดของแต่ละสโตรค จากการสอนข่ายงานประสาทด้วยข้อมูลลักษณะเด่น ได้แก่ จำนวนสโตรคของสัญลักษณ์ จำนวนสโตรคชนิดจุด จำนวนสโตรคชนิดวงรอบ จำนวนสโตรคชนิดเส้นตรง อัตราส่วนของจุดในแต่ละโซน รหัสลูกโซ่ของสัญลักษณ์ ชนิดของเซกเมนต์ และจำนวนจุดเด่นของแต่ละสโตรค เมื่อทดสอบข่ายงานประสาทที่ได้ด้วยลายมือของผู้วิจัยจำนวน 3,090 ตัว ได้ค่าอัตราการรู้จำถูกต้องร้อยละ 92.46 รู้จำผิดร้อยละ 5.50 และรู้จำไม่ได้ร้อยละ 2.04 ซึ่งสามารถประมาณค่าอัตราการรู้จำของข่ายงานประสาท ที่ระดับความเชื่อมั่น 95 เปอร์เซ็นต์ อยู่ในช่วงร้อยละ 91.5 ถึง 93.39

ศุภกิตติ จุลมาณพ (2544 : บทคัดย่อ)การรู้จำอักษรลายมือภาษาไทยโดยใช้ดีฟอร์มเอเบิลเทมเพลต การรู้จำตัวอักษรโดยการใช้วิธีการเปรียบเทียบกับเทมเพลตที่สามารถเปลี่ยนรูปได้ โดยรูปแบบของการเปลี่ยนรูปนั้น เราจะเลียนแบบการบิดตัวของแผ่นยางเพื่อที่จะทำให้ ตัวอักษร ต้นแบบเปลี่ยนรูปร่างไปจากเดิมและมีรูปร่างที่หลากหลายมากขึ้น เราได้ทำการ ศึกษาสำหรับตัวอักษรภาษาไทยที่เขียนโดยลายมือคน ตัวอักษรสองตัวจะถูกเปรียบเทียบ กันโดยการวัดระยะห่าง และทิศทางของขอบของตัวอักษรสองตัวนั้น และการวัดความ แตกต่างของตัวอักษรทั้งสองตัวนี้ เราคำนึงถึงจำนวนครั้งของการบิดเทมเพลตเพื่อให้ขอบ ของเทมเพลตที่ถูกบิดนั้น มีระยะใกล้เคียงมากที่สุด หรือ ทับกันพอดีกับของขอบตัวอักษร อีกตัวหนึ่ง รวมทั้งทิศทางของขอบนั้นควรเป็นไปในทิศทางเดียวกันด้วย หากการบิดครั้งใดทำให้ขอบของเท็มเพลทกับขอบของตัวอักษรที่กำลังถูกเปรียบเทียบอยู่สวมกันหรือทับกัน พอดี เทมเพลตนั้นก็จะถูกเลือกเป็นผลลัพธ์ ส่วนความคลาดเคลื่อนของส่วนที่ไม่พอดีกัน เราจะจำแนกโดยวัดความแตกต่างของเทมเพลตกับตัวอักษรนั้น โดยที่เทมเพลตใดที่แตกต่าง จากอักษรนั้นน้อยที่สุดก็จะถูกเลือกเป็นผลลัพธ์

อรวรรณ เผ่าพนัส (2544 : บทคัดย่อ) การรู้จำตัวอักษรภาษาไทยแบบลายมือเขียน โดยใช้การแปลงเวฟเล็ตที่สามารถปรับเปลี่ยน รูปร่างได้ ในลายมือเขียนภาษาไทยนั้นมีรูปแบบการเขียนที่ต่างกันไป ตัวอักษรตัวเดียวกัน อาจเขียนต่างกันได้ หรือตัวอักษรที่เป็นคนละตัวกันก็มีลักษณะคล้ายกัน

จะแตกต่าง กันก็เพียงในส่วนเล็กน้อยเท่านั้น ดังนั้นเพื่อที่จะแยกแยะตัวอักษรแต่ละตัวให้ถูกต้อง เหมาะกับลายมือเขียนของคนเรามากที่สุด วิทยานิพนธ์นี้จึงเสนอการรู้จำตัวอักษร ภาษาไทยแบบลายมือเขียน โดยใช้วิธีการแปลงเวฟเล็ต ที่สามารถปรับเปลี่ยนรูปร่าง ได้ ซึ่งจะใช้เส้นโครงร่างของตัวอักษรภาษาไทยแบบตัวพิมพ์มาทำเป็นตัวอักษรต้นแบบ โดยการเปลี่ยนการแสดงเส้นโครงร่างของตัวอักษร ในรูปแบบพิกเซล ให้อยู่ในรูปของ แกนเวลา 1 มิติ หลังจากนั้นก็ทำการหาช่วงการปรับเปลี่ยนรูปร่างของตัวอักษรต้นแบบ จากกลุ่มของตัวอักษรที่ใช้ในการสอนระบบ ซึ่งใช้เส้นโครงร่างของตัวอักษรภาษาไทย แบบลายมือเขียนหลายๆ แบบที่อยู่ในแกนเวลา 1 มิติ แล้วมาทำการแปลงเวฟเล็ต หลังจากนั้นก็นำค่าสัมประสิทธิ์ของเวฟเล็ต ที่ได้มาคำนวณหาค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ที่ทำให้ตัวอักษรต้นแบบ สามารถปรับเปลี่ยนรูปร่างไปได้ภายในค่าเบี่ยงเบนมาตรฐานนี้ เพื่อให้พอดีกับตัวอักษรที่ได้รับเข้ามา เพื่อทำการรู้จำและจะทำการวัดค่าความแตกต่างของตัวอักษรต้นแบบกับตัวอักษรที่ได้รับเข้ามานี้ ตัวอักษรต้นแบบตัวใดที่ให้ค่า ความแตกต่างน้อยที่สุดก็จะถือว่าตัวอักษรตัวนั้นเป็นแบบเดียวกันกับตัวอักษรที่ได้รับ เข้ามาแสดงออกมาเป็นผลของการรู้จำตัวอักษร ในการทดสอบนั้นจะแบ่งเป็น 2 ส่วน ส่วนแรกจะเป็นเปรียบเทียบผลการรู้จำ เมื่อใช้ลายมือเขียนแบบบรรจงกับลายมือเขียน แบบหวัด โดยเราได้ใช้ตัวอักษรในภาษาไทยทั้ง 44 ตัว ที่เขียนโดยคน 10 คน (440 ตัว) เป็นกลุ่มตัวอักษรสำหรับสอนระบบ และใช้ลายมือเขียนแบบบรรจงและแบบหวัดอีก อย่างละ 10 คน (880 ตัว) เป็นตัวอักษรที่จะทำการรู้จำ ผลการทดสอบแสดงถึง ความ ถูกต้อง เมื่อใช้ลายมือเขียนแบบบรรจงเป็น ร้อยละ 98.64 และเมื่อใช้ลายมือเขียนแบบ หวัดเป็น ร้อยละ 89.1 ในการทดสอบส่วนที่สอง เป็นการเปรียบเทียบผลการรู้จำ เมื่อใช้ วิธีการปรับรูปร่างจากค่าสัมประสิทธิ์ของการแปลงฟูเรียร์กับวิธีที่เสนอขึ้น ผลปรากฏว่า วิธีที่เสนอขึ้นนี้ ให้อัตราการรู้จำถูกต้องกว่าถึง ร้อยละ 10

สุจิตรา อดุลย์เกษม และ จิตดำรง ปรีชาสุข (ม.ป.ป.) ต้นแบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมการเข้าใช้งานระบบโดยวิธีการพิสูจน์ใบหน้าบุคคล เป็นงานนำเสนอต้นแบบอัจฉริยะเพื่อควบคุมการเข้าใช้งานระบบโดยวิธีการพิสูจน์ใบหน้า บุคคล ที่นำเทคโนโลยีไบโอเมตริกซ์เข้ามาช่วยในการตรวจสอบการเข้าใช้งานระบบด้วยการพิสูจน์ใบหน้าบุคคล งานวิจัยประกอบด้วยส่วนสำคัญของการค้นหาบริเวณที่เป็นใบหน้าบุคคล (Human Face Detection) ที่ ใช้แบบจำลองการตรวจจับบริเวณสีผิว (Skin Color Model) และการพิสูจน์หน้าบุคคล (Human Face Verification) ที่ใช้วิธีการรู้จำโดยอาศัยส่วนประกอบที่สำคัญของใบหน้านอกจากนี้ต้นแบบฯ ยังสามารถจัดการฐานข้อมูลส่วนบุคคลและข้อมูลสิทธิการเข้าใชระบบผลการทดลองการใช้ต้นแบบได้ความถูกต้องในการเข้าใช้งานระบบ 84.38 %

ศรีอุดร แซ่อึ้ง (2540) ได้ทำโครงการตรวจสอบตำหนิบนผ้าทอโดยใช้เทคนิคการประมวลภาพ (Digital Image Processing) โดยมีวัตถุประสงค์ คือ เป็นโครงการนำร่องการประยุกต์ใช้ทฤษฎีการประมวลภาพดิจิตอลตรวจสอบตำหนิผ้าทอ โดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ ผลการศึกษาในโครงการนี้สามารถขยายผลนำไปสู่การพัฒนาระบบการตรวจสอบตำหนิผ้าแบบอัตโนมัติโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ในอนาคต โครงการนี้จะนำเสนอเทคนิคในการตรวจสอบตำหนิ "ผ้าห่าง" (Thin Place) โดยการเปรียบเทียบภาพในโดเมนความถี่ (Frequency Domain) ระหว่างภาพผ้ามาตรฐานและภาพผ้าที่

ถูกนำมาตรวจสอบ ตัวอย่างข้อมูลภาพผ้าทอมาตรฐานไม่มีตำหนิและภาพผ้าทอที่มีตำหนิอย่างละ 20 ตัวอย่าง ถูกนำมาเปลี่ยนเป็นภาพดิจิตอล (Digitization) ด้วยเครื่องสแกนเนอร์(Scaner) จากนั้นภาพจะถูกเปลี่ยนแปลง (Transform) ไปอยู่ในโดเมนคว่มถี่ โดยใช้เทคนิคฟูเรียร์ทรานสฟอร์ม (Fourier Transform) ผลการทดลองหาความแตกต่างของภาพผ้าทอในโดเมนความถี่ปรากฏว่า ความแตกต่างในกลุ่มภาพผ้าไม่มีตำหนิจะมีค่าส่วนเบี่ยงเบนมาตรฐาน (Standard Deviation , S.D.) อยู่ในช่วง 0.00 - 8.00 และความแตกต่างระหว่างผ้าในกลุ่มมาตรฐานและผ้าที่ตำหนิ ค่า S.D. จะมากกว่า 8.00 นั่นคือในโดเมนความถี่ภาพ ผ้าทอสามารถถูกจำแนกออกเป็นกลุ่มผ้าไม่มีตำหนิและผ้าที่มีตำหนิได้อย่างชัดเจน

บทที่ 3

วิธีการดำเนินงานวิจัย

สำหรับบทนี้จะนำเสนอเกี่ยวกับวิธีการดำเนินงานวิจัย โดยการพัฒนาโปรแกรม ซึ่งผู้วิจัยได้ทำการออกแบบ เพื่อการตรวจสอบลายเซ็นและวัดประสิทธิผลของการตรวจสอบ โดยใช้หลักการของ Image Processing, Template Image Processing และ เทคนิคเฟสสเปซ (Phase Space) การบันทึกและวิเคราะห์ผลการวิจัย เพื่อเปรียบเทียบความแม่นยำในการตรวจสอบโปรแกรม Microsoft Visual Basic โดยโปรแกรมจะรับภาพจากผู้ใช้เป็นไฟล์ นามสกุล jpg, jpeg, png, bmp แล้วโปรแกรมจะทำการประมวลผลลายเซ็นต์ที่รับเข้ามาโดยการคำนวณค่าต่างๆ โดยใช้อัลกอริทึมเฉพาะโดยอัตโนมัติ

3.1 วิเคราะห์ระบบงานปัจจุบัน

การปกป้องความมั่นคงปลอดภัยของข้อมูลส่วนบุคคลในการทำธุรกรรมต่างๆ ถือเป็นเรื่องสำคัญในปัจจุบัน เนื่องจากการถูกคุกคามโดยผู้ไม่ประสงค์ดี การพิสูจน์ตัวตนมีหลายประเภทที่ใช้อยู่ในปัจจุบัน เช่น การพิสูจน์ตัวตนโดยใช้รหัสผ่าน ลักษณะเฉพาะทางชีวภาพของแต่ละบุคคล หรือ โดยใช้รหัสผ่านที่ใช้เพียงครั้งเดียว ในการศึกษาครั้งนี้ใช้เทคโนโลยีไบโอเมตริก โดยการพิสูจน์ตัวตนด้วยลายเซ็นต์ดิจิตอล ซึ่งแต่ละวิธีในการตรวจสอบนั้น จะมีข้อดี ข้อเสียแตกต่างกันไป

3.2 ขั้นตอนการดำเนินงานศึกษา

1. ศึกษาข้อมูลทุติยภูมิ โดยศึกษาทฤษฎี และงานวิจัยที่เกี่ยวข้อง
2. รวบรวมข้อมูลปฐมภูมิ โดยการสัมภาษณ์ บุคคลที่เกี่ยวข้องระบบงาน ในเรื่องของรายละเอียดการเซ็นต์ลายเซ็นต์ และปัญหาต่างๆที่เกิดขึ้น เพื่อให้ได้รับข้อเท็จจริง โดยทำการศึกษารายละเอียดที่เกี่ยวข้องและนำมาออกแบบระบบ
3. วิเคราะห์ระบบ เป็นการวิเคราะห์การดำเนินงานปัจจุบัน ที่เริ่มจากการศึกษาสภาพปัญหา ศึกษากระบวนการทำงาน และศึกษาลักษณะการทำงาน
4. ออกแบบระบบตรวจสอบลายเซ็นต์แบบออนไลน์ โดยใช้หลักการ Image Processing ,Template Image Processing และ Phase Space ในการดึงข้อมูลลักษณะเด่นของลายเซ็นต์เพื่อใช้เป็นเกณฑ์ในการตรวจสอบ
5. นำการวิเคราะห์ที่ได้มาออกแบบจอภาพ ข้อมูลนำเข้า รูปแบบการรับข้อมูลและการออกแบบฐานข้อมูล
6. ทดสอบระบบและตรวจสอบข้อผิดพลาดติดตั้งระบบเพื่อใช้งานจริง

3.3 การเก็บรวบรวมข้อมูล

ข้อมูลลายเซ็นทั้งหมดที่นำมาใช้ในงานวิจัยฉบับนี้เป็นข้อมูลลายเซ็นภาษาไทยแบบออนไลน์ ซึ่งใช้การเก็บข้อมูลลายเซ็นด้วยปากกาอิเล็กทรอนิกส์ลายเซ็นต์ต้นฉบับของกลุ่มตัวอย่างอย่างน้อย 10 ลักษณะ ที่เป็นนิสิตสาขาวิชาคอมพิวเตอร์ธุรกิจ คณะบริหารธุรกิจฯ ชั้นปีที่ 3 จำนวน

1049636
สำนักหอสมุด
17 มี.ค. 2565
TA
1637
.3153
2554

20 คน มีลายเซ็นต์คนละ 10 ลายเซ็นต์ โดยแบ่งเป็นลายเซ็นต์จริงและลายเซ็นปลอม คนละ ลายเซ็น โดยลายเซ็นแต่ละลายเซ็นจะถูกแปลงเก็บเป็นข้อมูลที่ในรูปพิกัด X,Y และเวลา (t)

3.4 การทำนอมัลไลเซชั่นทางขนาด (Normalization of size)

ลายเซ็นของแต่ละบุคคลนั้นมีลักษณะเฉพาะตัวอยู่ เช่น ขนาด ทิศทางการเอียง ความยาว รูปแบบ เป็นต้น ดังนั้นก่อนที่จะนำสัญญาณลายเซ็นมาผ่านกระบวนการตรวจสอบจะต้องมีการทำให้สัญญาณลายเซ็นนั้นมีมาตรฐานเดียวกันทั้งหมด เพื่อลดปัจจัยที่ทำให้เกิดความคลาดเคลื่อนของลายเซ็นในขณะที่ทำการเปรียบเทียบกัน สัญญาณลายเซ็นที่รับมาจากปากกาอิเล็กทรอนิกส์ ถูกเชื่อมต่อและบันทึกข้อมูลลงในเครื่องคอมพิวเตอร์ ข้อมูลที่ได้นั้นเป็นข้อมูลที่แสดงพิกัดการเคลื่อนที่ของปลายปากกาในทิศทางแนวนอนแทนด้วย X และแนวตั้งแทนด้วย Y ที่เวลา n ต่างๆ ซึ่งเป็นสัญญาณ 2 มิติ เมื่อทำการปรับขนาดของลายเซ็นให้อยู่ในมาตรฐานเดียวกันและลบสัญญาณไฟตรงแล้ว ใช้อัลกอริทึม DTW ปรับจำนวนจุดของลายเซ็นทุกลายเซ็น ก่อนทำขั้นตอนการดึงลักษณะเด่นขึ้นมา

3.5 การวิเคราะห์ข้อมูล

1. การประมวลผลภาพและการจับคู่กับแม่แบบ โดยการนำภาพแม่แบบไปวางทาบกับภาพที่พิจารณาไปยังจุด ต่าง ๆ จาก ซ้ายไปขวา บนลงล่าง บนภาพ เปรียบเทียบภาพโดยไม่สนใจตำแหน่งของภาพ ถ้าภาพมีการหมุนหรือขนาดไม่เท่ากันเพียงเล็กน้อยก็ยังพอสามารถจับคู่ได้ ซึ่งจะใช้การตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวกับตำแหน่งของลายเซ็นต์ออกไป แล้วทำการเอาส่วนที่เซ็นต์มาทำการเปรียบเทียบ

2. เฟสสเปซ ค้นหาลักษณะเฉพาะเพื่อคำนวณหาลักษณะเด่นที่จะนำมาใช้ตัดสินใจและเป็นตัวแทนของชุดข้อมูล นำข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้มาเข้าระบบทำการเรียนรู้เก็บข้อมูลและคัดแยกว่าเป็นลายเซ็นต์จริงหรือลายเซ็นต์ปลอม เมื่อคัดแยกข้อมูลได้แล้วทำการทดลองเก็บผลของงานวิจัย เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยค่า MSE (Mean Square Error) และ ค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน

3.6 การพัฒนาระบบการตรวจสอบลายเซ็น

การพัฒนาระบบการตรวจสอบลายเซ็น ได้พัฒนาโดยใช้โปรแกรม Visual Basic เพื่อประมวลผลสัญญาณเบื้องต้น คำนวณหาลักษณะเด่นใช้การคำนวณและวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์ จากการนำสัญญาณภาพมาทำการประมวลผลด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ การจับคู่กับแม่แบบและการวิเคราะห์เฟสสเปซ

3.7 ขั้นตอนการตรวจสอบลายเซ็นของระบบ

ขั้นตอนนี้เป็นการทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบลายเซ็นว่าทำการคัดแยกได้มี ประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใด โดยการนำสัญญาณลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอมที่จะนำมาทดสอบ ใช้การเปรียบเทียบภาพลายเซ็นต์จริงกับลายเซ็นต์ปลอม คำนวณหาค่า MSE จากนั้นจะนำมาตัดสินใจ

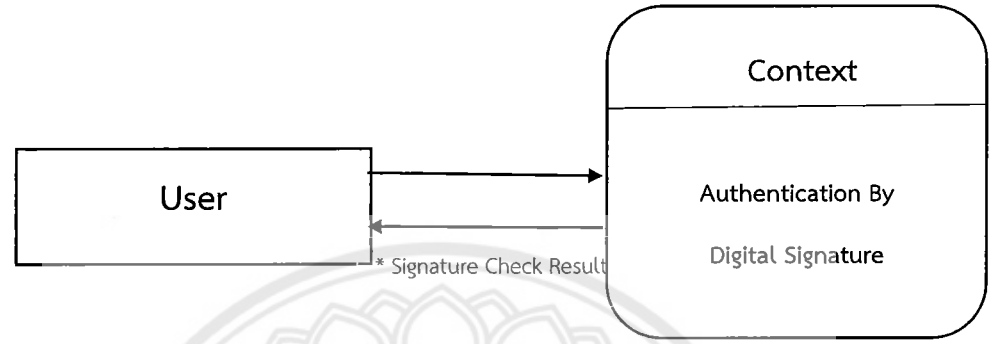
3.8 การทดสอบประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบลายเซ็นแบบออนไลน์

การทดสอบระบบตรวจสอบลายเซ็นเพื่อประเมินประสิทธิภาพของระบบนั้น จะใช้วิธีการ คำนวณหาค่าความคลาดเคลื่อนของตำแหน่งของจุดในเฟสสเปซของข้อมูลลายเซ็นระหว่าง

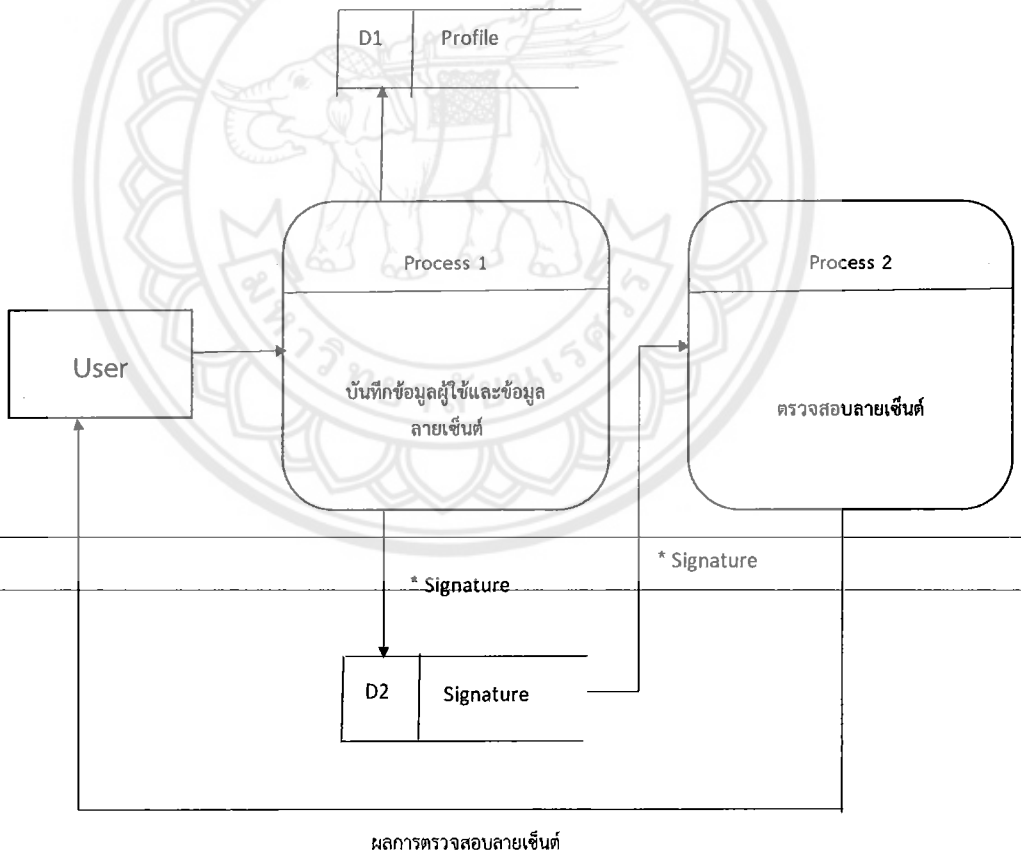
ลายเซ็น จริงและลายเซ็นปลอม แล้วนำค่าความคลาดเคลื่อนนั้นมาเป็นข้อมูลที่ใช้ในการตัดสินใจของระบบ ว่า ระบบสามารถแยกแยะลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอมของแต่ละบุคคลที่นำมาทดสอบได้อย่างถูกต้อง มากน้อยเพียงใด

3.9 Data Flow Diagram

Context Diagram



Level 1

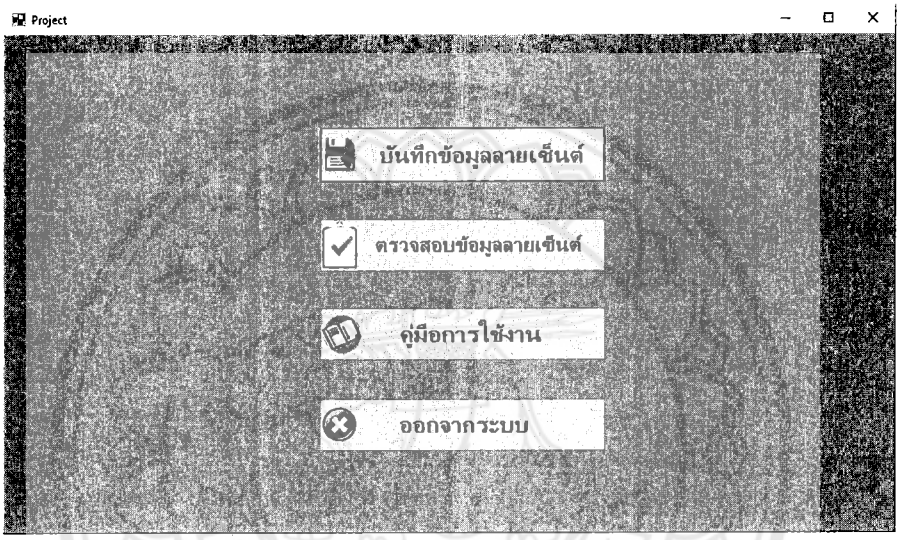


บทที่ 4

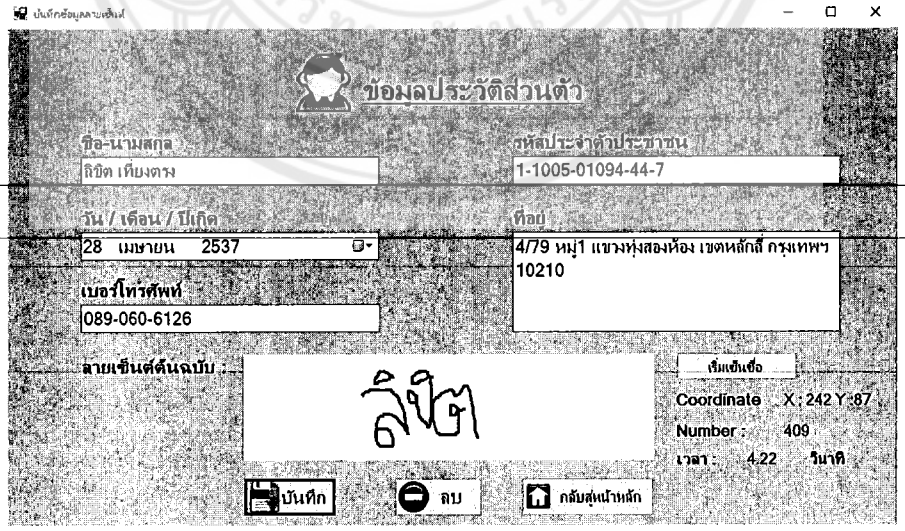
ผลการวิเคราะห์ข้อมูล

4.1 โปรแกรมสร้างฐานข้อมูลลายเซ็นและการตรวจสอบลายเซ็น

ผู้วิจัยได้ทำการพัฒนาโปรแกรมที่ใช้สำหรับสร้างฐานข้อมูลลายเซ็นของผู้ใช้งาน โดยจะเก็บรวบรวมลายเซ็นของกลุ่มตัวอย่าง โดยทำการเก็บลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอม อย่างละ 5 ลายเซ็นผ่านโปรแกรมนี้ เมื่อทำการเข้าสู่ระบบทำการบันทึกข้อมูลประวัติและลายเซ็น ซึ่งระบบจะให้แต่ละคนทำการบันทึกลายเซ็นที่ถูกต้องจำนวน 10 ลายเซ็นต์ และลายเซ็นที่ไม่ถูกต้อง 10 ลายเซ็น ดังรูป 4.1, 4.2

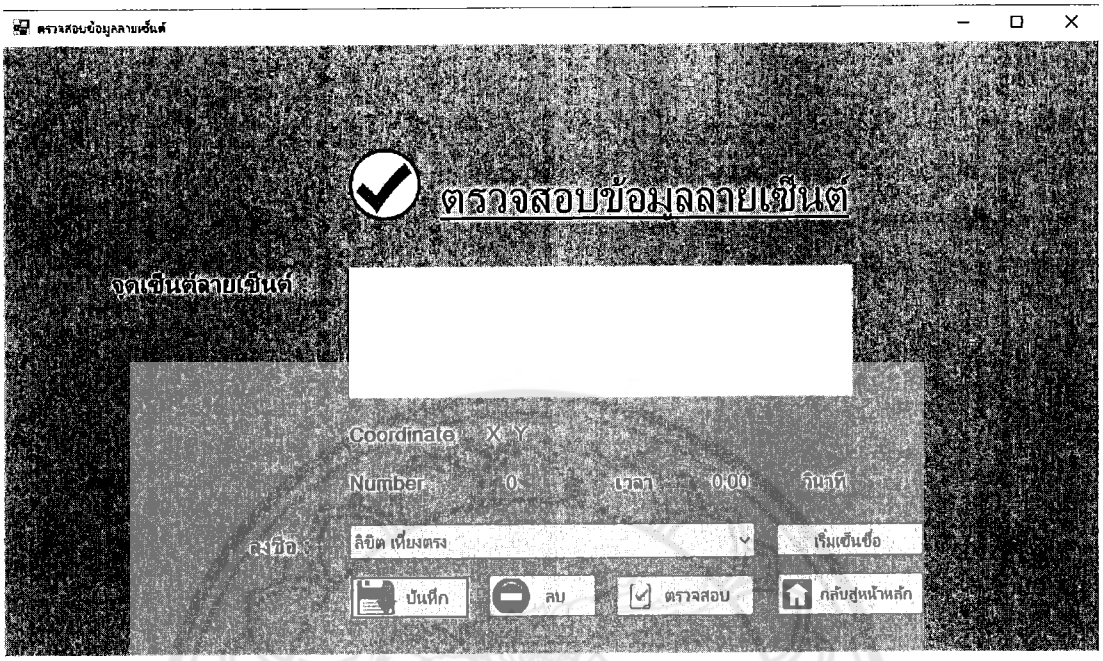


รูป 4.1 หน้าต่างโปรแกรมการบันทึกลายเซ็น

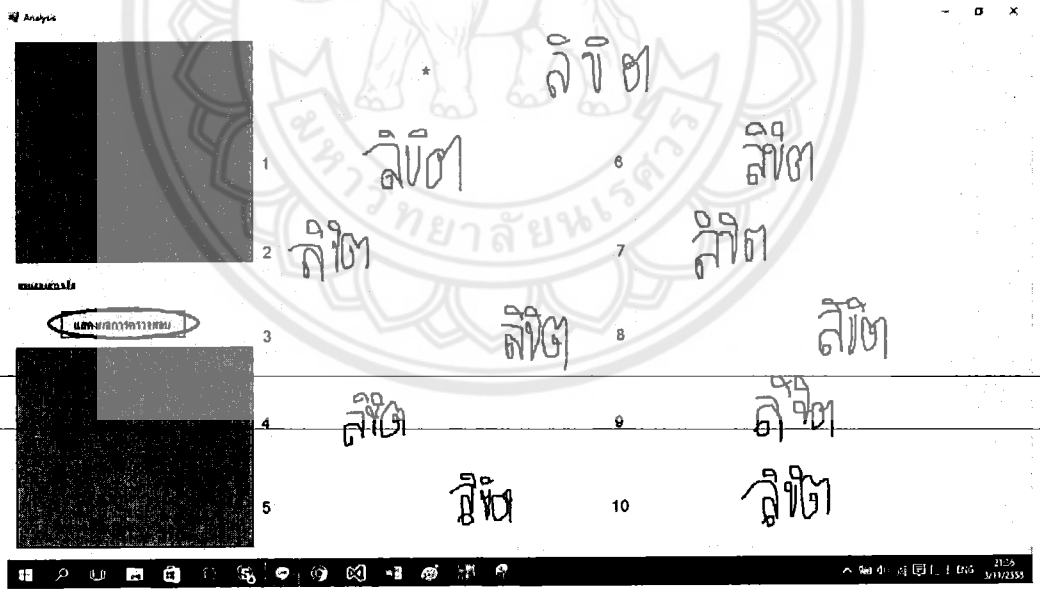


รูป 4.2 หน้าต่างโปรแกรมการบันทึกข้อมูลส่วนตัว

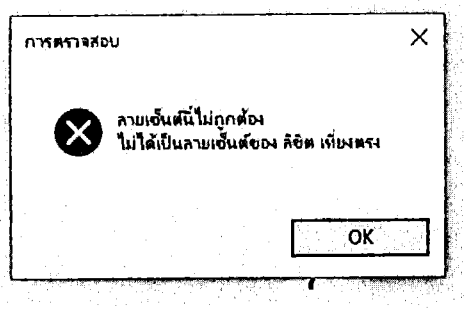
เมื่อทำการบันทึกลายเซ็นต์ไว้แล้ว ได้ทดสอบระบบการตรวจสอบลายเซ็น ดังรูป 4.4 เมื่อให้เซ็นลายเซ็นปลอม จะมีกล่องข้อความแจ้งถึงผลลัพท์ ดังรูป 4.5(ก) และเมื่อให้เซ็นลายเซ็นจริง จะมีกล่องข้อความแจ้งถึงผลลัพท์ ดังรูป 4.5(ข)

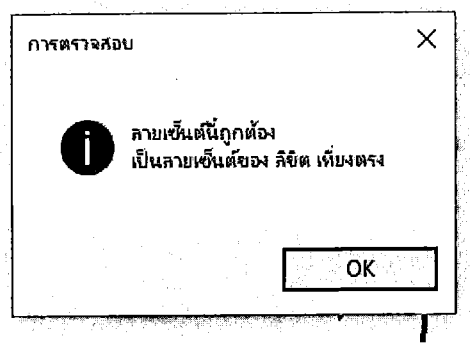


รูป 4.3 แสดงหน้าต่างระบบการตรวจสอบลายเซ็น



รูป 4.4 แสดงการตรวจสอบลายเซ็น





รูป 4.4 (ก) แสดงผลการตรวจสอบลายเซ็นปลอม **รูป 4.4 (ข)** แสดงผลการตรวจสอบลายเซ็นจริง

4.2 ผลการตรวจสอบลายเซ็น

4.2.1 ผลการตรวจสอบลายเซ็นด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ

ผลการตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์ลายเซ็นต์ดิจิตอล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยการทดลองลายเซ็นภาษาไทยทั้งหมด 200 ลายเซ็นของผู้ทดลอง 20 คนผู้วิจัย ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 86.28 เปอร์เซ็นต์

4.2.2 ผลการตรวจสอบลายเซ็นด้วยเทคนิคการจับคู่ประมวลผลภาพ

ผลการตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยเทคนิคการจับคู่ประมวลผลภาพและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์ลายเซ็นต์ดิจิตอล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยการทดลองลายเซ็นภาษาไทยทั้งหมด 200 ลายเซ็นของผู้ทดลอง 20 คนผู้วิจัย ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 90.14 เปอร์เซ็นต์

4.2.3 ผลการตรวจสอบลายเซ็นด้วย เฟสสเปซ

จากการบันทึกลายเซ็นภาษาไทยทั้งหมด 200 ลายเซ็นของผู้ทดลอง 20 คน แต่ละบุคคลจะมีลายเซ็นจริง 5 ลายเซ็นและลายเซ็นปลอม 5 ลายเซ็น ลงในระบบที่ได้ทำการพัฒนา ซึ่งลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอมเหล่านี้จะถูกแบ่งเป็น 2 ชุด เพื่อใช้ในขั้นตอนการฝึกฝนและทดสอบระบบ โดยแต่ละชุดจะประกอบด้วยลายเซ็นจริง 5 ลายเซ็นและลายเซ็นปลอม 5 ลายเซ็น นอกจากนี้ในส่วนของลายเซ็นต้นแบบที่ใช้ในระบบตรวจสอบ ลายเซ็นจะถูกสุ่มจาก ลายเซ็นจริง 3 ลายเซ็น แต่ละลายเซ็นจะถูกทำการคำนวณหาค่าเฉลี่ยความผิดพลาดกำลังสองของแต่ละลายเซ็นเทียบกับลายเซ็นต้นแบบ ผลการตรวจสอบลายเซ็นของระบบตรวจสอบ ที่คำนวณได้จากกลุ่มข้อมูลลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอม มาเป็นค่าที่ใช้ในการคัดแยกเพียงค่าเดียว การตรวจสอบลายเซ็นการทดสอบนั้นทำซ้ำในกระบวนการเดียวกันโดยลายเซ็นการทดสอบจะเปรียบเทียบกับข้อมูลต้นฉบับ นำมาคำนวณค่า MSE อ้างอิงกับลายเซ็นต้นฉบับเมื่อพิจารณาข้อมูลเฉพาะ ผลการทดสอบให้ค่า sensitivity สูงสุดเท่ากับ 89.6% แสดงว่ามีอัตราการปฏิเสธลายเซ็นจริงที่ต่ำและไม่ไวต่อการคัดแยกลายเซ็นจริง

บทที่ 5

สรุปผลงานวิจัย

การวิจัยการตรวจสอบลายเซ็นออนไลน์ ผู้วิจัยได้พัฒนาระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ออนไลน์โดยได้อาศัยการรับข้อมูลลายเซ็นต์จากปากการดิจิตอลที่เชื่อมต่ออยู่กับคอมพิวเตอร์ และใช้เทคนิคเฟสสเปซ ซึ่งมี 2 โหมดการทำงาน ได้แก่โหมดการฝึกอบรมและโหมดการทดสอบ โดยทำการแปลงสัญญาณลายเซ็นในระนาบ XY ได้แยกออกเป็นชุดข้อมูล x (n) ชุดข้อมูล y (n) รวมถึงการทำให้เป็นมาตรฐานและอัลกอริทึม DTW ทำให้ลายเซ็นทดสอบนั้นง่ายต่อการเปรียบเทียบกับต้นฉบับในฐานข้อมูล

การประมวลผลภาพและการจับคู่กับแม่แบบ โดยการนำภาพแม่แบบไปวางทาบกับภาพที่พิจารณาไปยังจุด ต่าง ๆ จาก ซ้ายไปขวา บนลงล่าง บนภาพ เปรียบเทียบภาพโดยไม่สนใจตำแหน่งของภาพ ถ้าภาพมีการหมุนหรือขนาดไม่เท่ากันเพียงเล็กน้อยก็ยังพอสามารถจับคู่ได้ ซึ่งจะใช้การตัดส่วนที่ไม่เกี่ยวกับตำแหน่งของลายเซ็นต์ออกไป แล้วทำการเอาส่วนที่เซ็นต์มาทำการเปรียบเทียบ ผลการตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพและเพื่อทดสอบประสิทธิภาพของโปรแกรมในการวิเคราะห์ลายเซ็นต์ดิจิตอล ที่ผู้วิจัยได้พัฒนาโปรแกรมโดยใช้วิธีการประมวลผลภาพ โดยการทดลองลายเซ็นภาษาไทยทั้งหมด 200 ลายเซ็นของผู้ทดลอง 20 คนผู้วิจัย ซึ่งโปรแกรมที่ผู้วิจัยพัฒนาขึ้นสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 86.28 เปอร์เซ็นต์ และ ผลการตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยเทคนิคการจับคู่ประมวลผลภาพสามารถระบุขนาดได้ตรงตามมาตรฐานเฉลี่ย 90.14 เปอร์เซ็นต์

การวิเคราะห์เฟสสเปซ ค้นหาลักษณะเฉพาะเพื่อคำนวณหาลักษณะเด่นที่จะนำมาใช้ตัดสินใจและเป็นตัวแทนของชุดข้อมูล นำข้อมูลลักษณะเด่นที่ได้มาเข้าระบบทำการเรียนรู้เก็บข้อมูลและคัดแยกว่าเป็นลายเซ็นต์จริงหรือลายเซ็นต์ปลอม เมื่อคัดแยกข้อมูลได้แล้วทำการทดลองเก็บผลของงานวิจัย เพื่อคำนวณค่าประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบลายเซ็นต์ด้วยค่า MSE (Mean Square Error) และ ค่าสถิติเชิงพรรณนา ได้แก่ ค่าเฉลี่ย ค่าเบี่ยงเบนมาตรฐาน ผลการตรวจสอบลายเซ็นของระบบตรวจสอบ ที่คำนวณได้จากกลุ่มข้อมูลลายเซ็นจริงและลายเซ็นปลอม มาเป็นค่าที่ใช้ในการคัดแยกเพียงค่าเดียว การตรวจสอบลายเซ็นการทดสอบนั้นทำซ้ำในกระบวนการเดียวกันโดยลายเซ็นการทดสอบจะเปรียบเทียบกับข้อมูลต้นฉบับ นำมาคำนวณค่า MSE อ้างอิงกับลายเซ็นต้นฉบับเมื่อพิจารณาข้อมูลเฉพาะผลการทดสอบให้ค่า sensitivity สูงสุดเท่ากับ 89.6% แสดงว่ามีอัตราการปฏิเสธลายเซ็นจริงที่ต่ำและไม่ไวต่อการคัดแยกลายเซ็นจริง โดยหลักการเฟสสเปซนั้นเป็นหลักการที่ดึงลักษณะเด่นของข้อมูลที่มีการเปลี่ยนแปลงตามเวลา(Time series) เพื่อนำข้อมูลที่มีลักษณะเด่นนั้นมาใช้ในการพิสูจน์ หรือยืนยันตัวตนการนำข้อมูลที่ต้องการเปรียบเทียบมาเปรียบเทียบกับข้อมูลต้นฉบับที่บันทึกไว้ล่วงหน้า ซึ่งหลักการของเฟสสเปซนั้นจะซับซ้อนน้อยกว่าการใช้โครงข่ายใยประสาท ซึ่งพบว่ามีผู้นำหลักการเฟสสเปซไปประยุกต์ใช้กับข้อมูลไบโอเมตริกสัญญาณไฟฟ้าหัวใจ เพื่อยืนยันตัวบุคคล และมีความถูกต้องสูงถึง 99 เปอร์เซ็น ซึ่งข้อมูลไบโอเมตริกดังกล่าวมีความสำคัญอย่างมากต่อการทำธุรกรรมในโลกออนไลน์

ดังนั้นจากการศึกษาในครั้งนี้เป็นการศึกษาจากข้อมูลลายเซ็นต์ของกลุ่มตัวอย่าง เพียง 200 ลายเซ็นต์ ผลการประเมินประสิทธิภาพของระบบตรวจสอบใช้วิธีการหาค่า MSE ซึ่งควรเพิ่มเงื่อนไขอื่นๆ เพื่อหาทางเลือกที่ให้ค่าความไวสูงกว่า 90% และปรับปรุงซอฟต์แวร์ให้ตอบรับต่อการใช้งานบนอุปกรณ์เคลื่อนที่ ระบบตรวจสอบลายเซ็นภาษาไทยแบบออนไลน์ที่วิจัยได้พัฒนาขึ้นนี้ มี วัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาซอร์ฟแวร์ระบบการตรวจสอบลายเซ็นสำเร็จรูป ซึ่งสามารถนำไปประมวลผลในคอมพิวเตอร์ที่มีระบบปฏิบัติการ windows เท่านั้น ซึ่งสามารถประยุกต์ไปใช้ตรวจสอบบุคคลหรือเป็นการยืนยันตัวตนของบุคคล งานด้านเอกสารออนไลน์ การเข้าถึงข้อมูลสำคัญ หรือการทำธุรกรรมต่างๆ ได้ เป็นต้น

ข้อจำกัดของระบบ

1. ใช้ได้กับระบบปฏิบัติการ Windows เท่านั้น

ข้อเสนอแนะในงานวิจัย

1. การพัฒนาระบบตรวจสอบลายเซ็นอาจจะใช้วิธีการทางคณิตศาสตร์อื่นเข้ามาร่วมในการกำหนดเงื่อนไขให้ระบบทำการประมวลผลให้มีค่าแม่นยำมากขึ้น
2. การพัฒนาระบบการตรวจสอบลายเซ็นให้สามารถใช้กับระบบปฏิบัติการอื่น เช่น IOS หรือ Android

บรรณานุกรม

จิตรพงษ์ เจริญจิตร, อภิรักษ์ พันธุ์พณาสกุล, พลวัฒน์ ไชยศรี, พีระพงษ์ พรหมดวงและสุธิดา พร้อมพงษ์อัศวะ. **ระบบแยกประเภทไข่มุก ด้วยวิธีการประมวลผลภาพ.** การประชุมหาดใหญ่วิชาการระดับชาติและนานาชาติ ครั้งที่ 9,2561.หน้า 1679 – 1691

ภูมินทร์ ตันอุตม์, กีรศักดิ์ พะยะ และธนสิทธิ นิตยะประภา. (2560). **การพัฒนาโปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ขนาดภาพดอกดาวเรืองด้วยเทคนิคการประมวลผลภาพ.** สถาบันวิจัยและพัฒนา มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร (บรรณาธิการ), การประชุมวิชาการระดับชาติ ครั้งที่ 4 นวัตกรรมและเทคโนโลยีขับเคลื่อนประเทศไทย 4.0 (หน้า 1313-1326). กำแพงเพชร: มหาวิทยาลัยราชภัฏกำแพงเพชร.

ทนพ.อภิชิต อาสนาทิพย์และ สุรเดช บุญลือ. **การประยุกต์ใช้เทคนิคการประมวลผลภาพเพื่อคัดกรองภาวะตัวเหลืองในทารกแรกเกิด.** วารสารพยาบาลตำรวจ ปีที่ 7 ฉบับที่ 1 มกราคม – มิถุนายน, 2558

นุชรี ธรรมโชติ.**การพัฒนาระบบการประมวลผลภาพสำหรับกระบวนการคัดแยกขนาดและสายพันธ์ของหมึกกล้วยแปรรูป.** วิทยานิพนธ์ (วศ.ม. (วิศวกรรมอุตสาหการและระบบ)) มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์, 2557

ธนาวุฒิ ประกอบผล. **การเปรียบเทียบผลการพยากรณ์เกรดเฉลี่ยระหว่างวิธีโครงข่ายประสาทเทียมกับวิธีการถดถอยพหุคูณจากพฤติกรรมการใช้อินเทอร์เน็ตของนักศึกษา คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ.** วารสาร มฉก.ปีที่ 16 ฉบับที่ 31 กรกฎาคม - ธันวาคม 2555 วิชาการ, หน้า 49 -64

นัยนา มาแสง. **เทคโนโลยีไบโอเมตริก** .คณะวิทยาศาสตร์และเทคโนโลยี สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ มหาวิทยาลัยธนบุรี วารสารวิชาการ มหาวิทยาลัยธนบุรี ปีที่ 2 ฉบับที่ 1 เดือนมกราคม 2551 หน้า 3- 6

ชัชนี เนียมสวรรค์, วสุ พันไพศาล, สุขรักษ์ แซ่เจี่ย, จีรสุดา โกษีญาภรณ์, ปราโมทย์ วาดเขียน. Signature Identification Using Transfer Function and Neural Network, Electrical Engineering Conference (EECON30), : 813-816, 2007.

นัศพ์ชาณัณ ชินปัญช์ธนะ, สำราญ ไผ่นวลและริญญรัตน์ โชติสุริยสินสุข.**การศึกษางานวิจัยการประมวลผลภาพดิจิทัลและการประยุกต์ใช้งานในแอพพลิเคชัน.** การประชุมสัมมนาวิชาการและนำเสนอผลงานวิจัยระดับชาติ เครือข่ายบัณฑิตศึกษามหาวิทยาลัยราชภัฏภาคเหนือ ครั้งที่ 16 และ การประชุมวิชาการระดับชาติ มหาวิทยาลัยราชภัฏเพชรบูรณ์ ครั้งที่ 3

นำชัย ยิ่งนวลจันทร์ .**ระบบการรู้จำลายมือเขียนแบบออนไลน์ สำหรับสัญลักษณ์ภาษาเชดโดยใช้**

ข่ายงานประสาทแบบแพร่กระจายย้อนกลับ. วิทยานิพนธ์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย,2546

ศรีอุดร แซ่อึ้ง. **การตรวจสอบตำหนิบนผ้าทอโดยใช้เทคนิคการประมวลภาพ.** มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีพระจอมเกล้าธนบุรี. คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ. สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ,2540

H. Baltzakis, N. Papamarkos, "A new signature verification technique based on a two-stage neural network classifier." Engineering Applications of Artificial Intelligence, 14, : 95-98, 2001.

E. Özgündüz, T. Şentürk, M. E. Karshgil, "Off-line Signature Verification and Recognition by Support vector machine." European Signal Processing Conference, 2005.

O. M. Hurtado, L. Mengibar, M. G. Lorenz, J. L. Jimenez, "On-line Signature Verification by Dynamic Time Warping and Gaussian Mixture Models." IEEE. 23-29, 2007.

Shih-Chin Fanga, Hsiao-Lung Chana, "Human identification by quantifying similarity and dissimilarity in electrocardiogram phase space." Pattern Recognition 1824–1831, 2009.

T. Wakahara, H. Murase, K. Odaka, "On-line Handwriting Recognition." IEEE. 80(7), 1992.

R. Plamondon, S.N. Srihari, "On-line and Off-line Handwriting Recognition: A Comprehensive Survey." IEEE Transactions on Pattern Analysis And Machine Intelligence, 22(1) : 63-84, 2004.

S. Ghandali, M. E. Moghaddam, "A Method for Off-line Persian Signature Identification and Verification Using DWT." IEEE Transactions on Signal Processing and Information Technology. Speech, and Signal Processing, : 315–319, 2008.

Kalenova, D. Personal Authentication Using Signature Recognition. [Online]. Available: http://www2.it.lut.fi/kurssit/03-04/010970000/seminars/ Kalenova.pdf. 2013.

O. M. Hurtado, L. Mengibar, M. G. Lorenz, J. L. Jimenez, "On-line Signature Verification by Dynamic Time Warping and Gaussian Mixture Models." IEEE. 23-29, 2007.

J. Zheng, G. Zhu, "On-line Handwriting Signature Recognition Based on Wavelet Energy Feature Matching." IEEE transactions on Intelligent Control and Automation. : 9885-9888, 2006.

T. Wijitpornchai, J. Koseeyaporn, P. Wardkein, "Signature Identification Using Linear Predictive Code Coefficients Neural Network", ECTI International Conference (ECTI-CON2007), 525-528, 2007

ผนวก ก

การนำเสนอผลงานวิชาการ

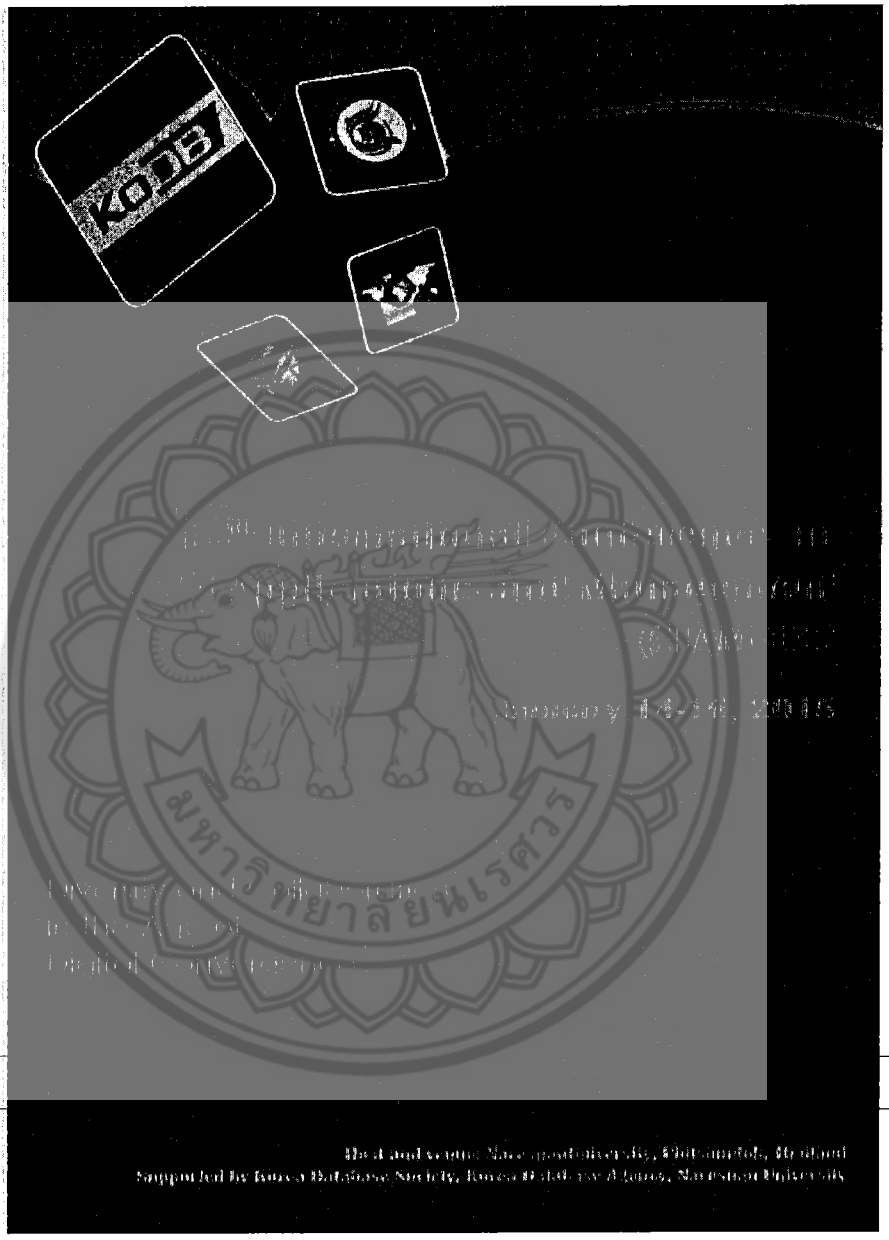


TABLE OFCONTENTS

Research paradigm: what, why and when in management research?
by Sateesh Kumar Ojha 1
Are the Popularity and the Influence of Social Networking Sites Same?
by DongBack Seo and Martin P. Bügel 8
Generation y in India: A study of quality of work life
by Mansi Rastogi , Santosh Rangnekar and Renu Rastogi 13
Globalizing Information Systems Alignment: Strategic Thrust and Local Responsiveness
by Gyeung-min Kim and Namjae Cho 19
A moderating effect of internalization on technology innovation
by Sung Kun Kim and Ji Young Kim 31
A Reversible Image Watermarking Scheme with High Contrast Visible Watermarks
by Chien-Chang Chen 36
Online content forwarding is too mainstream: an analysis of consumer characteristics and motivation to forward online content
by Thanachart Ritbumroong, Phannida Pengpikul and Darat Piruncharoen 40
A Preliminary Study on Adoption Behavior of Internet Personal Identification Number (i-PIN): The Case of South Korea
by Hyuk Im, Ji-Sung Gang, Tae-Sung Kim, Jae-Ho Jeong 45
The Influencing Factor of Customer Retention in Airline Industry: Case of Drukair Royal Bhutan Airlines
by MalamZangmo, Wasin Liamprecha and Sujinda Chamsripong 52
Empirical study on inter-firm diffusion and firms' performance for Win-Win growth culture in supply chain
by Kyung-Tae Kim , Jung Seung Lee and Namshin Kang 59
Risk Attitudes and Game Playing Experience: The Game of Hedge Accounting Tools for Foreign Currency Exchange
by Kratwut Tangsattayachaep and Uthai Tatlamai 66
Purposes and Types of Software Post Life Cycle Changes
by Seokha Koh 75
Negativity Bias of Online Word-of-Mouths: A Literature Review
by Chih-Chien Wang and Yann-Jy Yang 88
What students like in management classroom?
by Sateesh Kumar Ojha 93
Complex Characteristics and Analysis Method of Information Dissemination on Social Network
by Weihui Dai, Hongzhi Hu, Xuan Zhou, Mirjana Ivanovic, Ye-Sho Chen, Tuosuo Duan, and Dongrong Xu 99
Crime Risk Analysis by User Types
by Mi-Ri Park, Sun-A Kang and Sang-Hyun Choib 109
A Comparison of Factors Influencing CO2 Emissions in High, Middle, and Low Income Countries
by Taeyoun Kim, Heeryon Cho, Sang-Hyun Choi 116
Predictive analytics of defect rate for die-casting process in automobile parts industry
by Jung Seung Lee and Jeonghoon Lee 123
The Segmentation of Satellite Image Using Transport Mean-shift Algorithm
by Lawankorn Sotnarin and Mahasak Ketcham 124
Analysis of Comparative Advantage, Competitiveness and Intra-Industry Trade (IIT) in Processed Foods between Thailand and European Union (EU) Trading Partners
by Sukij Khorchurklang 129
Vending Machine Business for Internet Connection
by V. Vilaiwongl, S. Tithana, L. Kirasamuthranon, N. Maneejiraparakarn and P. Wardkein 141
Online Signature Verification Using Phase Space
by Narongrit Maneejiraprakarn a and Wachira Punpairojb 146

Online Signature Verification Using Phase Space

Narongrit Maneejiraprakarn [a] and Wachira Punpairoj[b]

[a] Department of Physics, Faculty of Science
Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
Tel: +66-5-396-3345, Fax: +66-5-396-3501, E-mail: narongritma@nu.ac.th

[b] Department of Business Administration, Faculty of Business Economics and Communication
Naresuan University, Phitsanulok 65000, Thailand
Tel: +66-5-396-2104, Fax: +66-5-396-2097, E-mail: wachirap@nu.ac.th

Abstract

This article introduces a new technique for signature verification by using phase space. A signature in time-domain is divided into the signature data in horizontal direction(x(n)) and vertical direction (y(n)). After they are pre-processed by using Dynamic Time Warping Algorithm, both of them will be used to create the phase spaces. Because the phase spaces are graphical in 2-D, a distance vector of each position in both graphs will be considered as a feature. Mean square error (MSE) of distance vector between phase spaces of the owner's signature and the considered signature is determined. In decision process, that MSE will be employed to find Likelihood ratio test, mean and variance values. A performance of the proposed method is evaluated with PPV, NPV, Sensitivity and Specificity which are 97.3333%, 99.3333%, 99.2% and 96.8% respectively. Especially, the high NPV and Sensitivity values point out that the proposed method can verify the signature well and has a rarely chance to reject the true signature.

Keywords:
Phase space, Digital signature