รายงานการวิจัย

เรื่อง

การศึกษารูปแบบการรู้จำรหัสไปรษณีย์ไทย

A study of Thai-zip code recognition

โดย

นายกีรติ อินทวิเศษ

นายนราธร สังข์ประเสริฐ

สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ได้รับการสนับสนุนทุนวิจัยจากมหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

งบประมาณเงินรายได้/งบประมาณ ประจำปี พ.ศ.2557

บทคัดย่อ

การวิจัยชิ้นนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อออกแบบระบบรู้จำรหัสไปรษณีย์ด้วยลายมือเขียน จุดเด่นของระบบคือการมีราคาค่อนข้างถูกโดยระบบรับภาพจากกล้องเว็บแคม จากการทดสอบพบว่าได้ผลการรู้จำรูปภาพที่ค่อนข้างดี อีกข้อคือเนื่องจากเป็นการรับภาพจากไฟล์วีดีโอ ระบบจึงสามารถที่จะนำเฟรมรูปภาพมาประมวลผลได้หลายครั้ง ได้ทำการทดสอบการรู้จำโดยใช้โครงข่ายประสาทเทียมและเทคนิคการจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุด (Minimum Distance Discrimination) โดยนำตัวอย่างทดสอบที่ใช้เวลาเก็บรวบรวมในช่วงเวลา 2 เดือน ผลทดสอบพบว่าอัตราความผิดพลาดที่เกิดขึ้นคือ 1.6% และ 3.2% โดยใช้การสอน 100 และ 80 รูปภาพตามลำดับ

Abstract

The objective of this research is to design a Thai postal recognition system based on handwritten Thai numerical strings. The system is cheap as we use a webcam camera. The recognition performance is good as we can repeat a recognition step many times by taking images from a video file. Two techniques of classification are used in experiments: Minimum Distance Discrimination and Neural Networks. We evaluate the system with our dataset collected over 2 month period. We compare two classifiers by varying training data. The lowest error rate for MDD and NN system are 3.2% and 1.6% respectively when we train the system with 100 images and 80.

สารบัญ

1 บทนำ 1

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย 1

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย 2

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย 2

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 2

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย 2

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย 3

2 ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง 4

2.1 การทบทวนวรรณกรรม 4

2.2 การประมวลผลภาพ 5

2.3 การหาขอบภาพ 6

2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ 9

2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพ 13

2.6 รูปแบบการรู้จำ 16

3 วิธีดำเนินงาน 21

3.1 การออกแบบ 21

3.2 อุปกรณ์ 23

3.3 การรับภาพ 25

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

4 ผลการทดลองและบทวิเคราะห์ 28

4.1 การทดสอบเบื้องต้น 28

4.2 การทดสอบโปรแกรมคัดแยกที่อยู่ทางไปรษณีย์ ด้วยการประมวลผลภาพเชิงเปรียบเทียบ 42

5 บทสรุป 44

บรรณานุกรม 45

บทที่ 1

บทนำ

1.1 ความสำคัญและที่มาของหัวข้อวิจัย

ปัจจุบันมีการติดต่อสื่อสารหลากหลายรูปแบบ ซึ่งสามารถเลือกใช้งานได้แล้วแต่ความสะดวกและความเหมาะสมของงาน อย่างไรก็ตามถึงแม้ว่าจะมีการสื่อสารรูปแบบใหม่เกิดขึ้น การสื่อสารโดยการส่งจดหมายก็ยังคงเป็นที่นิยม และใช้กันอย่างแพร่หลายในปัจจุบัน ซึ่งในขั้นตอนการทำงานนั้นจะใช้เจ้าหน้าที่เป็นผู้ดำเนินงานทั้งสิ้น เริ่มตั้งแต่นำจดหมายจากตู้ไปรษณีย์ หรือที่ลูกค้านำมาส่ง ณ ที่ทำการไปรษณีย์มาคัดแยกตามรายชื่อจังหวัด จากนั้นนำไปบรรจุลงถุงเพื่อจัดส่งไปยังไปรษณีย์กลาง หลังจากนั้นไปรษณีย์กลางจึงส่งไปให้ไปรษณีย์จังหวัดปลายทาง เพื่อทำการคัดแยกจดหมายไปตามรายชื่ออำเภอ แล้วส่งต่อไปยังไปรษณีย์อำเภอ สุดท้ายบุรุษไปรษณีย์ก็จะทำหน้าที่นำจดหมายไปส่งตามบ้านเรือนในแต่ละตำบลที่รับผิดชอบต่อไป

ต่อมาได้มีการคิดค้นเครื่องคัดแยกจดหมายขึ้น เพื่อความสะดวกรวดเร็ว และลดจำนวนบุคลากรลง การทำงานระยะเริ่มแรกนั้นสามารถอ่านรหัสไปรษณีย์ได้เฉพาะตัวที่เป็นอักษรพิมพ์เท่านั้น จากนั้นจึงมีการพัฒนาขึ้นอีกเพื่อให้สามารถอ่านรหัสไปรษณีย์ได้ทั้งที่เป็นตัวอักษรพิมพ์ และลายมือเขียน ทำให้ลดการใช้บุคลากรในการคัดแยก

แม้ว่าจะมีเครื่องคัดแยกจดหมายที่ทำให้เกิดความสะดวกรวดเร็วในการคัดแยกแล้ว แต่ยังมีข้อจำกัดในเรื่องของต้นทุน เนื่องจากเครื่องคัดแยกนี้ต้องนำเข้าจากต่างประเทศ ซึ่งมีราคาสูงมาก จึงยังไม่เป็นที่นิยมในประเทศไทย ด้วยปัญหาดังกล่าวข้างต้น ผู้วิจัยจึงมีแนวคิดที่จะพัฒนาโปรแกรมสำหรับการคัดแยกที่อยู่ตามรหัสไปรษณีย์ โดยอาศัยการประมวลผลภาพ เพื่อลดต้นทุนในการสั่งซื้อ

เครื่องคัดแยกจากต่างประเทศ และเพื่อการทำงานที่สะดวกรวดเร็วยิ่งขึ้นแทนการคัดแยกโดยเจ้าหน้าที่

1.2 วัตถุประสงค์ของโครงการวิจัย

1.2.1 หาเทคนิคที่เหมาะสมเพื่อการรู้จำรหัสไปรษณีย์

1.3 ขอบเขตของโครงการวิจัย

1.3.1 ใช้ซองมาตรฐานของไปรษณีย์ไทย

1.3.2 ตัวเลขรหัสไปรษณีย์เขียนเป็นลขอารบิก

1.3.3 ตัวเลขอยู่ในช่องกรอบรหัสไปรษณีย์

1.3.4 ควบคุมแสงให้อยู่ในภาวะที่เหมาะสม

1.4 ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1.4.1 การทำงานในส่วนของการคัดแยกจดหมาย โปรแกรมจะทำงานได้รวดเร็วกว่ามนุษย์

1.4.2 ลดการจดจำเลขรหัสไปรษณีย์ เนื่องจากในโปรแกรมมีการบันทึกข้อมูลไว้

1.4.3 ลดจำนวนบุคลากรในการทำงาน

1.5 วิธีการดำเนินการวิจัย

1.5.1 ออกแบบระบบการรับข้อมูลภาพและการรู้จำ

1.5.2 เก็บตัวอย่างรหัสไปรษณีย์ไทยแบบลายมือเขียน

1.5.3 หาลักษณะเด่น (Distinguishing feature) ที่เหมาะสมเพื่อการรู้จำโดยการเปรียบเทียบหาคุณลักษณะที่ดีที่สุด

1.5.4 ทดสอบโปรแกรม

1.5.5 สรุปผล

1.6 ระยะเวลาทำการวิจัย และแผนการดำเนินงานตลอดโครงการวิจัย

	1-2	3-4	5-6	7-8	9-10	11-12
1. ศึกษาระบบการรู้จำภาพ						
2. เก็บตัวอย่างรหัสไปรษณีย์ไทยแบบลายมือเขียน						
3. สร้างระบบการรู้จำรหัสไปรษณีย์						
4. ทดสอบระบบ						
5. แก้ไขข้อผิดพลาด						
6. เผยแพร่ผลงาน						
7. เขียนรายงานฉบับสมบูรณ์						

บทที่ 2

ทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 การทบทวนวรรณกรรม

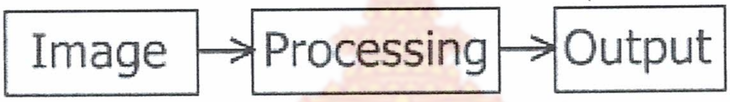
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการรู้จำตัวเขียนเลขอารบิกมีอยู่สองงาน ชิ้นแรกคือเรื่อง “การแยกแยะและป้อนมูลที่เป็นตัวเลขอารบิกจากลายมือเขียน ด้วย OCR” [1] เป็นการพัฒนาอัลกอริทึมแยกแยะและป้อนข้อมูลที่เป็นตัวเลขอารบิกจากลายมือเขียนด้วย OCR โดยมีการนำ OCR.Net Component มาช่วย ทั้งในส่วนของการวิเคราะห์ตัวเลขอารบิกจากลายมือเขียน การแสดงผลบริเวณที่ผู้ใช้เลือกพิกัดที่ผู้ใช้เลือก ตลอดจนการ Zoom in และ Zoom out ซึ่งไฟล์ที่จะนำมาประมวลผลในโปรแกรมนี้จะต้องเป็นไฟล์ TIF, GIF, BMP และ JPG เท่านั้น โดยไฟล์เหล่านั้นต้องมีกรอบสำหรับกรอกตัวเลขแต่ละตัวเลข อย่างชัดเจน (แต่ละกรอบจะกรอกตัวเลขได้เพียงหนึ่งตัวเท่านั้น) โดยผู้ใช้สามารถบันทึกผลลัพธ์ของการประมวลผลให้อยู่ในรูปของ Text File ได้ สามารถแยกแยะและป้อนข้อมูลที่เป็นลายมือเขียนได้ถูกต้องเฉลี่ย 60.8%

ชิ้นที่สองคือเรื่อง “การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัลแบบทันกาล” [2] เป็นการพัฒนาอัลกอลิทึมเพื่อการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ ซึ่งประกอบด้วยตัวอักษร ตัวเลข และจังหวัด เพื่อใช้ชี้เฉพาะรถยนต์คันนั้น ๆ ในที่นี้ได้นำเสนอแนวคิดในการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบการรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ จากภาพดิจิทัล จากการถ่ายภาพทั้งมุมตรงและมุมเอียง โดยอาศัยรูปแบบของแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์ตามมาตรฐานที่ถูกกำหนดโดยกฎกระทรวง ฉบับที่ 25 (พ.ศ. 2539) จากการทดสอบได้ผลค่อนข้างดีเมื่อส่วนของป้ายทะเบียนในภาพไม่ไกลหรือใกล้จนเกินไป กล่าวคือขนาดความยาวของป้ายทะเบียนในภาพถ่ายมีขนาดประมาณ 20-50% ของความยาวของ

ภาพถ่ายดิจิทัลแบบ VGA ขนาด 640 x 480 พิกเซล จากภาพถ่ายดิจิทัลจำนวน 150 ภาพ โปรแกรมต้นแบบสามารถตรวจหาตำแหน่งของป้ายทะเบียนได้ถูกต้อง เฉลี่ย 95%

2.2 การประมวลผลภาพ

การประมวลผลภาพ (Image processing) [3] หมายถึง การนำภาพมาประมวลผลหรือคิดคำนวณด้วยคอมพิวเตอร์ เพื่อให้ได้ข้อมูลที่ต้องการทั้งในเชิงคุณภาพและปริมาณ



รูปที่ 2.2 รูปกระบวนการทำงานของการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนต่าง ๆ ที่สำคัญ คือ การทำให้ภาพมีความคมชัดมากขึ้น การกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ การแบ่งส่วนของวัตถุที่สนใจออกมาจากภาพ เพื่อนำภาพของวัตถุที่ได้นั้นไปวิเคราะห์หาข้อมูลเชิงปริมาณ เช่น ขนาด รูปร่าง และทิศทางการเคลื่อนของวัตถุในภาพ จากนั้นสามารถนำข้อมูลเชิงปริมาณเหล่านี้ไปวิเคราะห์ และสร้างเป็นระบบ เพื่อใช้ประโยชน์ในงานทางด้านต่าง ๆ เช่น ระบบรู้จำลายนิ้วมือเพื่อตรวจสอบว่าภาพลายนิ้วมือที่มีอยู่นั้นเป็นของผู้ใด ระบบตรวจสอบคุณภาพของผลิตภัณฑ์ในกระบวนการผลิตของโรงงานอุตสาหกรรม ระบบคัดแยกเกรดหรือคุณภาพของพืชผลทางการเกษตร ระบบอ่านรหัสไปรษณีย์อัตโนมัติ เพื่อคัดแยกปลายทางของจดหมายที่มีจำนวนมากในแต่ละวันโดยใช้ภาพถ่ายของรหัสไปรษณีย์ที่อยู่บนซอง ระบบเก็บข้อมูลรถที่เข้าและออกอาคารโดยใช้ภาพถ่ายของป้ายทะเบียนรถเพื่อประโยชน์ในด้านความปลอดภัย ระบบดูแลและตรวจสอบสภาพการจราจรบนท้องถนน โดยการนับจำนวนรถบนท้องถนนในภาพถ่ายด้วยกล้องวงจรปิดในแต่ละ

ช่วงเวลา ระบบรู้จำใบหน้าเพื่อเฝ้าระวังผู้ก่อการร้ายในอาคารสถานที่สำคัญ ๆ หรือในเขตคนเข้าเมือง เป็นต้น

จะเห็นได้ว่าระบบเหล่านี้จำเป็นต้องมีการประมวลผลภาพจำนวนมาก และเป็นกระบวนการที่ต้องทำซ้ำ ๆ กันในรูปแบบเดิมเป็นส่วนใหญ่ ซึ่งงานในลักษณะเหล่านี้ หากให้มนุษย์วิเคราะห์เอง มักต้องใช้เวลามากและใช้แรงงานสูง อีกทั้งหากจำเป็นต้องวิเคราะห์ภาพเป็นจำนวนมาก ผู้วิเคราะห์ภาพเองอาจเกิดอาการล้า ส่งผลให้เกิดความผิดพลาดขึ้นได้ ดังนั้นคอมพิวเตอร์จึงมีบทบาทสำคัญในการทำหน้าที่เหล่านี้แทนมนุษย์ อีกทั้ง เป็นที่ทราบโดยทั่วกันว่า คอมพิวเตอร์มีความสามารถในการคำนวณและประมวลผลข้อมูลจำนวนมหาศาลได้ในเวลาอันสั้น จึงมีประโยชน์อย่างมากในการเพิ่มประสิทธิภาพการประมวลผลภาพและวิเคราะห์ข้อมูลที่ได้จากภาพในระบบต่าง ๆ ดังกล่าว

2.3 การหาขอบภาพ

การหาขอบภาพ (Edge detection) [4] เป็นการหาเส้นรอบวัตถุที่อยู่ในภาพ เมื่อทราบเส้นรอบวัตถุ จะสามารถคำนวณหาพื้นที่ (ขนาด) หรือรู้จำชนิดของวัตถุนั้นได้ การหาขอบภาพที่ถูกต้องสมบูรณ์ไม่ใช่เป็นเรื่องที่ง่าย โดยเฉพาะการหาขอบของภาพที่มีคุณภาพต่ำ มีความแตกต่างระหว่างพื้นหน้ากับพื้นหลังน้อย หรือมีความสว่างไม่สม่ำเสมอทั่วภาพ

ขอบภาพเกิดจากความแตกต่างของความเข้มแสงจากจุดหนึ่งไปยังอีกจุดหนึ่ง หากความแตกต่างมีค่ามาก ขอบภาพก็จะเห็นได้ชัด ถ้าความแตกต่างมีค่าน้อย ขอบภาพก็จะไม่ชัดเจน ในที่นี้จะกล่าวถึงเทคนิคเบื้องต้นในการหาขอบภาพ

2.3.1 เทมเพลต (Template) สำหรับหาขอบภาพ ถ้าต้องการหาขอบภาพในแนวนอนอย่างง่าย วิธีการ คือ หาผลต่างระหว่างจุดหนึ่งกับจุดที่อยู่ข้างล่าง (หรือข้างบน) ของจุดนั้น ดังนี้

$$Y_{diff}(x,y) = I(x,y) - I(x,y+1) \qquad (2.1)$$

โดยที่ Y_{diff} คือค่าความแตกต่างในแนวแกนตั้ง และ I(x,y) คือ ค่าความเข้มแสงของจุดที่ตำแหน่ง (x,y)

การหาขอบภาพในแนวตั้งก็สามารถหาได้เช่นเดียวกันคือ

$$X_{diff}(x,y) = I(x,y) - I(x-y) \qquad (2.2)$$

โดยที่ X_{diff} คือค่าความแตกต่างในแนวนอน

บางครั้งต้องการรวมผลต่างของค่าความแตกต่างในแกนแนวนอน และแกนแนวตั้งเข้าด้วยกันเพื่อที่จะได้มีตัววัดความแรงของขอบภาพ (Gradient magnitude) เพียงตัวเดียว เนื่องจากค่าความแตกต่างอาจมีค่าบวกหรือลบ ดังนั้น การบวกค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนอาจทำให้ขอบภาพเกิดการหักล้างกันเอง ในทางปฏิบัติ จะต้องนำค่าสัมบูรณ์ (Absolute value) หรือค่ากำลังสอง (Squared value) ของค่าความแตกต่างของทั้งสองแกนมาบวกกัน

นอกจากการหาความแรงของขอบภาพแล้ว การหาทิศทางของขอบภาพ (Gradient direction) ก็มีประโยชน์เช่นกัน การหาทิศทางของขอบภาพสามารถทำได้โดยการใช้สมการต่อไปนี้

$$GD(x,y) = \tan^{-1}\left\{\frac{Y_{diff}(x,y)}{X_{diff}(x,y)}\right\} \qquad (2.3)$$

GD(x,y) ทิศทางของขอบภาพที่ตำแหน่ง (x,y)

วีธีการหาของขอบภาพมีข้อเสีย คือ การหาขอบภาพไม่ได้นำค่าความเข้มแสงของจุดรอบข้างมาใช้ ซึ่งในความเป็นจริงแล้ว ภาพที่ได้มาส่วนใหญ่จะไม่มีขอบภาพชัดเจน ขอบเขตของพื้นที่มักมีการเปลี่ยนแปลงอย่างช้าๆ การใช้เทมเพลตที่มีขนาดใหญ่ขึ้นจะช่วยแก้ปัญหานี้ได้

2.3.2 การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล การหาขอบภาพโดยวิธีโซเบล (Sobel edge detection) เป็นการหาขอบภาพโดยใช้เทมเพลตขนาด 3 x 3 สองเทมเพลต โดยเทมเพลตแรกจะใช้หาค่าความแตกต่างในแนวนอน (X_{diff}) และค่าความแตกต่างในแนวตั้ง (Y_{diff})

2.3.2 การหาขอบภาพเทมเพลตดีกรีสอง หากภาพที่ต้องการหาขอบมีการไล่ระดับความเข้มแสงเป็นแบบเชิงเส้น การใช้เทมเพลตโซเบลในการหาขอบภาพจะไม่สามารถทำได้

2.3.4 การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับชั้น ปัญหาในการหาขอบภาพโดยทั่วไปส่วนหนึ่งมักเกิดจากขอบภาพที่ไม่ชัดเจน และขอบภาพสั้นๆ ที่ไม่ปะติดปะต่อกัน ขอบภาพเหล่านี้ คือ สิ่งที่ไม่ต้องการ แต่การใช้วิธีการหาขอบภาพธรรมดาจะไม่สามารถกำจัดขอบภาพลักษณะนั้นได้ วิธีแก้ไข คือ การใช้การหาขอบภาพแบบเป็นลำดับขั้นซึ่งมีขั้นตอนปฏิบัติดังนี้

1) สร้างภาพใหม่จากเดิม และมีขนาด ¼ ของภาพเดิม โดยค่าความเข้มของแต่ละจุดในภาพเล็กคำนวณได้จากค่าเฉลี่ยของจุดทั้งสี่ที่ตรงกันในภาพใหญ่
2) สร้างภาพที่เล็กลงไปอีก ด้วยวิธีเดียวกัน จนกระทั่งภาพที่ได้แสดงเฉพาะขอบภาพที่ต้องการเท่านั้น
3) ทำการหาขอบภาพ อาจใช้วิธีโซเบลหรือวิธีอื่นๆ แล้วทำเทรสโฮลด์ (Threshold)
4) ณ ตำแหน่งที่เกิดขอบภาพขึ้น ให้ทำการหาขอบภาพบริเวณจุดทั้งสี่ของจุดที่ตรงกันในภาพที่ใหญ่กว่าในอันดับถัดไป

5) ทำซ้ำจนถึงภาพสุดท้ายซึ่งเป็นภาพเริ่มต้นก็จะได้ขอบภาพที่ต้องการ

2.3.5 การตามขอบภาพ หากทราบจุดใดจุดหนึ่งบนขอบภาพสามารถหาจุดข้างเคียงที่เป็นขอบภาพ และสามารถวนไปตามขอบภาพจนกลับมายังจุดเริ่มต้นได้

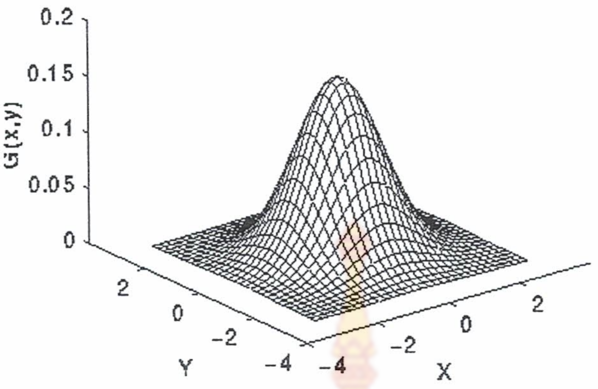
2.4 การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Enhancement)

ทฤษฎีของการเบลอภาพ (Blur image) เป็นทฤษฎีที่ใช้ในการเบลอภาพ โดยการทำให้ภาพเบลอเพื่อที่จะลดทอนสิ่งรบกวนจากภายนอกที่เกิดในภาพ ซึ่งเป็นสิ่งที่ไม่ต้องการ

2.4.1 การทำให้ราบเรียบ (Smoothing)

การทำให้ราบเรียบ คือ หลักในการทำภาพให้ดูนุ่มนวลขึ้นโดยการใช้เทคนิคในการทำภาพให้มัวลง (Blur) และเป็นเทคนิคในการทำให้สิ่งรบกวนภาพ (Noise) หรือภาพหยาบ ๆ ดูนุ่มนวลขึ้น การทำให้ราบเรียบเป็นเทคนิคในการลดรายละเอียดของภาพลง เพื่อกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ ส่วนใหญ่ผลลัพธ์ที่ได้จะทำให้ภาพมัวลง ซึ่งบางกรณีจะทำให้ได้รูปที่ดูนุ่มนวลขึ้น เทคนิคในการทำให้ราบเรียบ มีหลายวิธีดังจะกล่าวต่อไปนี้

1) ตัวกรองเกาส์เซียน (Gaussian filters) [5] เป็นตัวกรองที่มีลักษณะคล้ายระฆังคว่ำดังรูปที่ 2.1 ใช้สำหรับลดสัญญาณรบกวน และเบลอภาพ โดยการนำตัวกรองเกาส์เซียนไปทำการ Convolution กับรูปที่นำมาประมวลผล



รูปที่ 2.1 ตัวกรองเกาส์เซียน

ตัวกรองเกาส์เซียนสามารถสร้างได้จากสมการที่ (2.4)

$$G(x,y) = \frac{1}{k} e^{\frac{-(x^2+y^2)}{\sigma^2}} \tag{2.4}$$

เมื่อ σ คือ Standard deviation

เมื่อ $k = 2\pi\sigma^2$ หรือ ผลรวมของตัวกรองเกาส์เซียน

2) ตัวกรองแบบค่าเฉลี่ย (Mean filter) เป็นการทำให้ราบเรียบโดยหาค่าเฉลี่ยจากค่าระดับสีจากพิกเซลรอบข้าง (Neighbourhoods) พิกเซลที่กำลังพิจารณาอยู่ ดังเช่นในรูปที่ 2.2 แสดงตัวอย่างภาพเมื่อผ่านการคำนวณค่าเฉลี่ยโดยใช้การมาร์ส (Mask) ขนาด 3 x 3

(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพเมื่อผ่านการกรองแบบค่าเฉลี่ย

รูปที่ 2.2 ตัวอย่างภาพเมื่อผ่านการคำนวณค่าเฉลี่ย

2.4.2 การปรับความชัดภาพ (Contrast)

การปรับความชัดภาพ คือ การปรับค่าความเข้มของสี เพื่อให้ภาพนั้นมีความชัดเจนของแต่ละแม่สีมากขึ้น โดยค่าของแม่สีที่ปรับขึ้นหรือลงนี้ เมื่อปรับแล้วจะต้องมีค่าอยู่ในช่วง 0-255

ค่าใหม่ของแม่สี = ((ค่าเดิมของแม่สี - ค่ากลาง) x ค่าความเข้มของสี) + ค่ากลาง (2.5)

2.4.3 การปรับความสว่าง (Brightening)

การปรับความสว่าง คือ การเพิ่มความสว่างให้กับภาพ โดยการใช้วิธีการบวกค่าคงที่ให้กับแต่ละพิกเซล เมื่อบวกค่าคงที่แล้วค่าที่ได้ต้องมีค่าอยู่ในช่วง 0-255 ตัวอย่างเช่นในรูป 2.3 (ข) เป็นการเพิ่มความสว่างของภาพ โดยค่าคงที่มีค่าเท่ากับ 80

(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพเมื่อผ่านการกรองแบบค่าเฉลี่ย

รูปที่ 2.3 ตัวอย่างภาพเมื่อผ่านการปรับความสว่าง

2.4.4 การปรับความมืด (Darkening)

การปรับความมืด เป็นวิธีการเพิ่มความมืดให้กับภาพโดยวิธีการลบ ค่าคงที่ให้กับแต่ละพิกเซล เมื่อลบค่าคงที่แล้วค่าที่ได้ต้องมีค่าอยู่ในช่วง 0-255 ตัวอย่างเช่น ในรูป 2.4 (ข) เป็นการเพิ่มความมืดให้กับภาพ โดยลบด้วยค่าคงที่ 90

(ก) ภาพต้นฉบับ

(ข) ภาพเมื่อผ่านการปรับความมืด

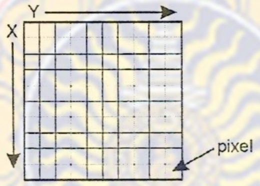
รูปที่ 2.4 ตัวอย่างภาพเมื่อผ่านการปรับความมืด

2.5 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัล

ในโครงงานนี้จะใช้ภาพดิจิทัลเป็นข้อมูลรับเข้าของระบบ เพื่อนำภาพเหล่านี้ไปวิเคราะห์ ตรวจจับและติดตามลักษณะเด่นของตัวเลขตามที่ต้องการ ดังนั้นในหัวข้อนี้จะอธิบายเกี่ยวกับความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับการประมวลผลภาพดิจิทัลที่ใช้ในโครงงานนี้

2.5.1 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพดิจิทัล [6]

ภาพดิจิทัลนั้นคือภาพที่ถูกแปลงสัญญาณจากรูปแบบอนาล็อก (Analog) ให้อยู่ในรูปของดิจิทัล (Digital) ซึ่งภาพดิจิทัลนี้จะถูกเก็บบันทึกลงในหน่วยความคอมพิวเตอร์ในรูปแบบของอาร์เรย์หลายมิติ ลักษณะโดยทั่วไปภาพดิจิทัลนั้นจะประกอบไปด้วยสมาชิกจานวนมากโดยแต่ละสมาชิกของภาพจะเรียกว่า “จุดภาพ” (Pixel) และค่าในอาร์เรย์จะอยู่ในรูปของฟังก์ชันสองมิติ f(x,y) โดยที่ x และ y จะแทนพิกัดของจุดภาพ และค่า f เป็นฟังก์ชันแทนความเข้มของจุดภาพนั้น (Intensity)

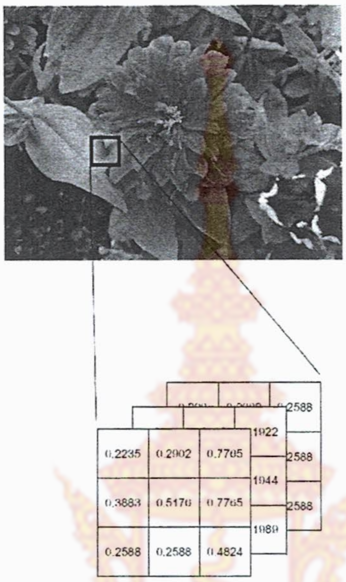


รูปที่ 2.5 โครงสร้างของภาพดิจิทัล

2.5.2 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพสีระบบอาร์จีบี (RGB image)

ภาพสีระบบอาร์จีบีเป็นที่นิยมอย่างมากในการบันทึกภาพดิจิทัล โดยภาพจะแสดงสีในแต่ละพิกัดออกมาจากการผสมกันของ สีแดง (Red), สีเขียว (Green) และสีน้ำเงิน (Blue) ภาพสีระบบอาร์จีบีนั้นจะถูกเก็บอยู่ในรูปแบบของอาร์เรย์ 3 มิติที่มีขนาด m x n x 3 โดยที่ m และ n แทนขนาด

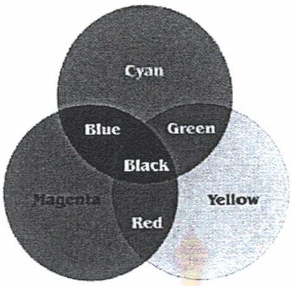
ความยาวและความกว้างของภาพ ส่วนมิติสุดท้ายนั้นจะทำการเก็บค่าของสีแดง, สีเขียว และสีน้ำเงิน



รูปที่ 2.6 ภาพสีอาร์จีบีและการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำคอมพิวเตอร์

2.5.3 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพสีระบบ CMY

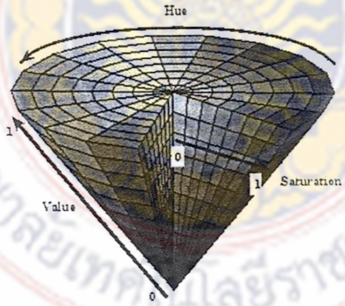
ภาพสีระบบ CMY นั้นประกอบไปด้วยสีฟ้าคราม (Cyan) สีม่วงแดง (Magenta) และสีเหลือง (Yellow) โดยสีระบบ CMY นั้นจะใช้ในอุตสาหกรรมการพิมพ์ หลักการของสีระบบ CMY คือจะใช้สีเพื่อลบสีที่เป็นแม่สีของแสงขาว เช่น สีฟ้าครามจะไปลดแสงสีแดงของแสงขาว สีม่วงแดงจะไปลดแสงสีเขียวของแสงขาว และสีเหลืองจะไปลดแสงสีน้ำเงินของแสงขาว ดังนั้นสีที่มนุษย์มองเห็นในภาพจึงเกิดจากการที่แม่สี CMY ไปลดความเข้มของแม่สีในแสงขาว



รูปที่ 2.7 แม่สีระบบ CMY และการผสมสี

2.5.4 ความรู้พื้นฐานเกี่ยวกับภาพสีระบบ HSI

ภาพสีระบบ HSI นั้นจะประกอบไปด้วยเฉดสี (Hue) ความอิ่มตัว (Saturation) และความเข้ม (Intensity) โดยเฉดสีคือค่าที่แสดงถึงความบริสุทธิ์ของสี ความอิ่มตัวของสีจะบอกถึงดีกรีของสีจะถูกเจือจางด้วยแสงสีขาว ดังนั้นแบบจำลองสี HSI จึงเป็นที่นิยมในการพัฒนาขั้นตอนวิธีสำหรับใช้ในการประมวลภาพ



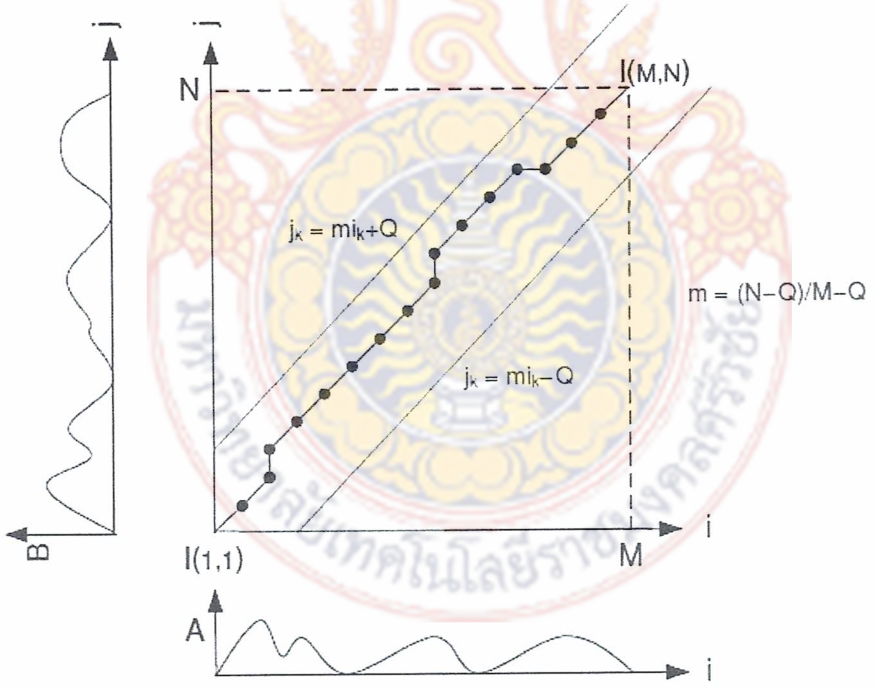
รูปที่ 2.8 แบบจำลองสี HSI

2.6 รูปแบบการรู้จำ

2.6.1 Dynamic time warping (DTW)

เทคนิคการทำ DTW มีมานานกว่า 40 ปี โดยหลักการเป็นการประยุกต์ใช้ Dynamic programming algorithm เพื่อหาระยะทางที่ใกล้ที่สุดของตัวอย่าง 2 ตัวอย่างเพื่อให้ระยะเวลาของเสียงพูด (Voice duration) เท่ากัน หลังจากนั้นนำเสียงพูด 2 ตัวอย่างมาเปรียบเทียบกัน ถ้าระยะที่กล่าวถึงมีค่าน้อยกว่าค่า threshold แสดงว่าเป็นเสียงพูดของคนคนเดียวกัน

สำหรับทฤษฎีของ DTW เป็นดังนี้ ให้สัญญาณเสียง 2 สัญญาณ แสดงได้ด้วย สัญญาณ A และ B ดังแสดงในรูปที่ 2.9 และสมการ 2.6



รูปที่ 2.9 การทำ DTW

$$A = a_1, a_2, \ldots, a_i, \ldots, a_M \quad and \quad B = b_1, b_2, \ldots, b_j, \ldots, b_N \tag{2.6}$$

เราต้องการหา Warping function ซึ่งนิยามได้ด้วยชุดคู่ลำดับตามสมการ 2.7

$$L = l_1, l_2, \ldots, l_k, \ldots, l_K, \quad l_k = (i_k, j_k) \tag{2.7}$$

กำหนดให้ *d(lk)* เป็น cost function ซึ่งเป็นระยะทางระหว่าง a_k และ b_k โดยที่ผลรวมของ cost function สามารถหาได้ด้วยสมการ 2.8

$$D(L) = \sum_{k=1}^{K} d(l_k) \tag{2.8}$$

นอกจากนี้ยังมีข้อกำหนดของการหาWarping function ดังต่อไปนี้

1. ต้องเป็น monotonic function

$$i_k \geq i_{k-1} \quad and \quad j_k \geq j_{k-1}$$

2. ต้องมีจุดสิ้นสุดที A และ B

$$i_1 = j_1 = 1, \;\; i_K = M, \;\; and \;\; j_K = N$$

3. ต้องเป็นฟังก์ชันต่อเนื่อง

$$i_k - i_{k-1} \leq 1 \;\; and \;\; j_k - j_{k-1} \leq 1$$

4. ต้องมีการจำกัดค่าสูงสุดเพื่อป้องกันการเกิดการเปลี่ยนแปลงของเสียงที่รวดเร็วเกินไป

$$|i_k - j_k| < Q, \quad Q = \text{constant}$$

2.6.2 Vector quantization (VQ)

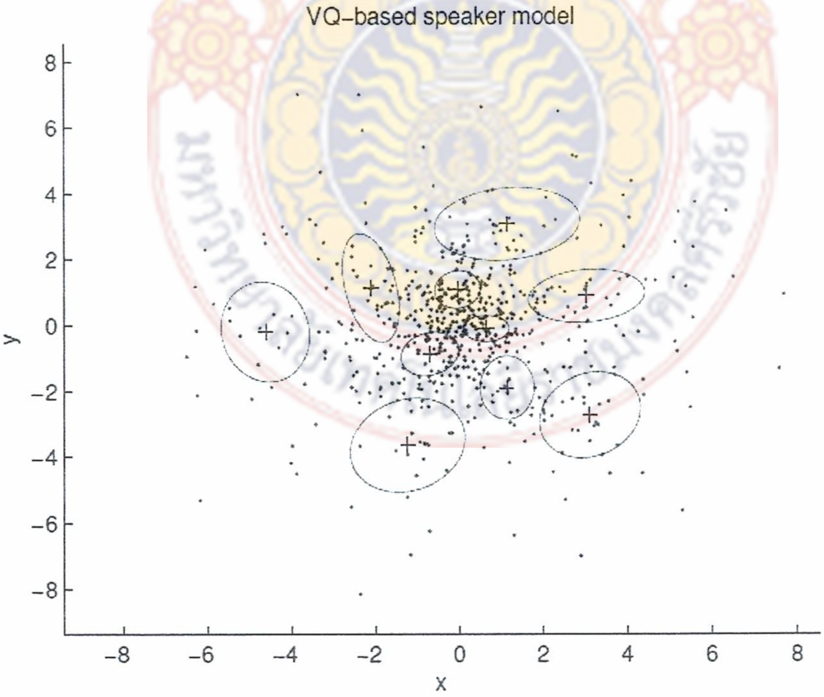
สำหรับเทคนิค VQ แบบจำลองเสียงของผู้พูดแต่ละคนจะถูกสร้างขึ้นมาโดยการ แบ่งเวคเตอร์ลักษณะเฉพาะของผู้พูด (acoustic characteristic of speaker feature vector) ออกเป็น C กลุ่ม แต่ละกลุ่มเราจะเก็บค่าเฉลี่ยของเวคเตอร์เรียกว่า เซนทรอยด์ (centroid) ตัวอย่างแสดงในรูปที่ 2.10

เมื่อจะทำการระบุผู้พูด จะมีการนำเวคเตอร์นำเข้า (input vector) มาเปรียบเทียบกับ เซนทรอยด์ ด้วยสมการ 2.9

$$d(x_k, C_j) = \arg\ min_{c_i \epsilon C_j}\ d(x_k, c_i) \qquad (2.9)$$

ดังนั้นระยะแตกต่างหาได้ด้วยสมการ 2.10

$$D(X, C_j) = \frac{1}{m}\sum_{k=1}^{m} d(x_k, C_j) \qquad (2.10)$$



รูปที่ 2.10 การทำ VQ

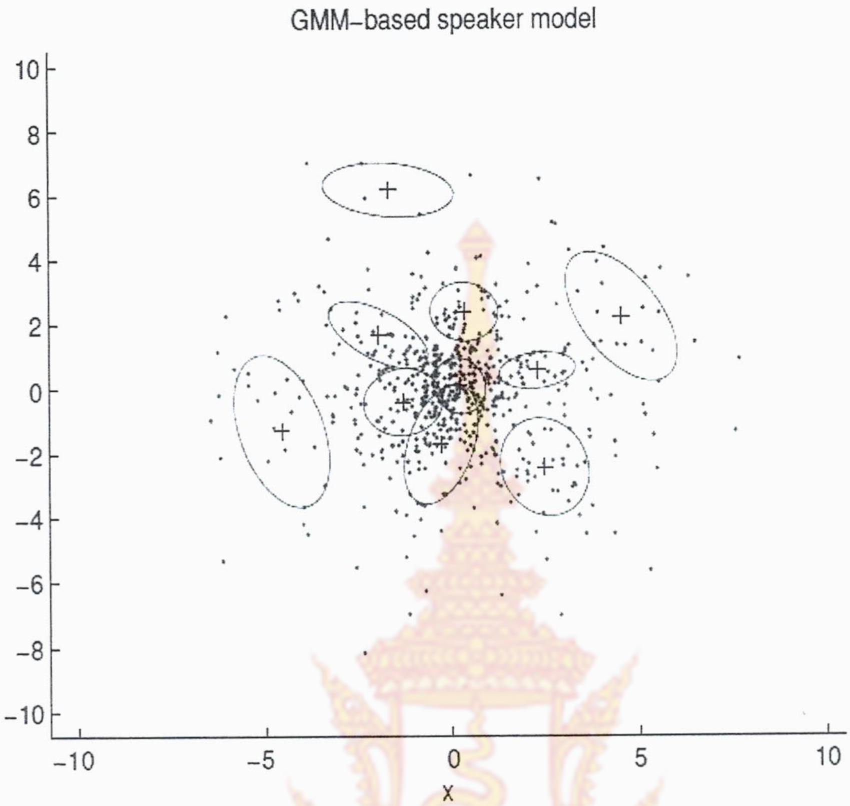
2.6.3 Gaussian mixture models (GMM)

แบบจำลองแบบ GMM จะประกอบไปด้วยจำนวนของ Gaussian mixture ที่หาค่าได้และเป็นจำนวนเต็ม โดยแต่ละ mixture ประกอบไปด้วย priori probability, mean vector , และ covariance matrix แบบจำลองแบบ GMM แสดงได้ด้วยสัญลักษณ์แลมดา โดยที่ และ โดยพารามิเตอร์เหล่านี้สามารถประมาณได้ด้วย Expectation maximization algorithm ตัวอย่างของพารามิเตอร์เหล่านี้แสดงได้ดังรูปที่ 2.11

สำหรับการระบุผู้พูดให้นำ เวคเตอร์นำเข้า (input vector) มาหาค่า log-likelihood ตามสมการที่ 2.11 โดยที่ λj คือแบบจำลองของผู้พูดคนที่ j และ $\lambda j'$ คือแบบจำลองทั่วไป

$$L_{GMM} = log\ p(X|\lambda_j) - log\ p(X|\lambda_{j'}) \qquad (2.11)$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย



รูปที่ 2.11 การทำ GMM

บทที่ 3

วิธีดำเนินงาน

ในการศึกษาครั้งนี้เป็นการศึกษาเชิงพัฒนา เพื่อสร้างโปรแกรมคัดแยกที่อยู่ทางไปรษณีย์ ด้วยการประมวลผลภาพ โดยมีวัตถุประสงค์เพื่อพัฒนาโปรแกรมที่ทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถตรวจสอบรหัสไปรษณีย์ได้เช่นเดียวกับเครื่องคัดแยกจดหมายที่มีการใช้งานอยู่จริง และช่วยให้ผู้ใช้ประหยัดค่าใช้จ่ายในการสั่งซื้อเครื่องคัดแยกจดหมายจากต่างประเทศ ซึ่งผู้จัดทำต้องใช้เวลาในการศึกษา ค้นคว้า และเก็บรวบรวมข้อมูลที่เกี่ยวข้อง หลังจากได้ข้อมูลแล้ว จึงนำข้อมูลมาวิเคราะห์ถึงหลักการ วิธีการ และความน่าจะเป็นในการดำเนินงานก่อนที่จะลงมือออกแบบ สร้าง พัฒนา และปรับปรุงแก้ไขข้อบกพร่องของโปรแกรม

3.1 การออกแบบ

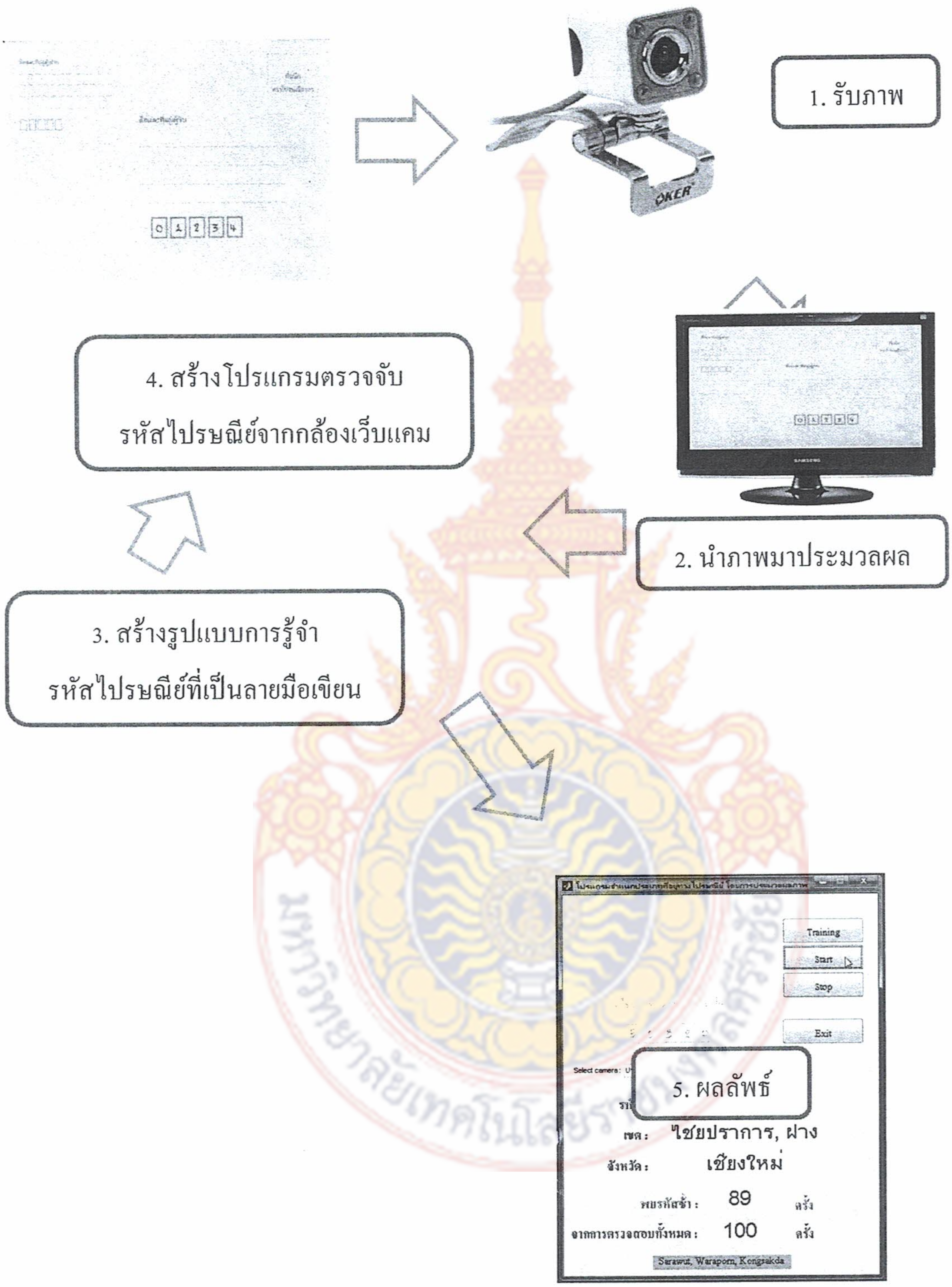
การดำเนินงานการพัฒนาโปรแกรมคัดแยกที่อยู่ทางไปรษณีย์ ด้วยการประมวลผลภาพ มีการออกแบบแผนผังการทำงานของโปรแกรมคัดแยกที่อยู่ทางไปรษณีย์ ด้วยการประมวลผลภาพมีขั้นตอนการพัฒนาแสดงในรูปที่ 3.1 อธิบายได้ดังนี้

1) นำซองจดหมายที่เขียนตัวเลข 0-9 มาสแกน แล้วนำภาพที่ได้ไปตัดให้เหลือเฉพาะตัวเลข เพื่อนำไปทำการเรียนรู้ (Training)

2) รับภาพซองจดหมายที่เขียนรหัสไปรษณีย์จากกล้องเว็บแคม (Webcam)

3) เลือกพื้นที่ตรวจจับรหัสไปรษณีย์ที่เขียนอยู่บนซองจดหมาย

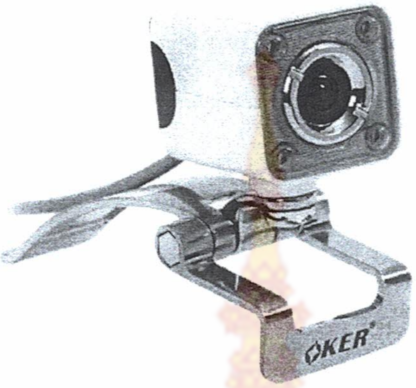
4) ตรวจสอบว่ารหัสไปรษณีย์ที่เขียนอยู่บนซองจดหมาย เป็นที่อยู่ของเขตใดและจังหวัดใดในประเทศไทย แล้วจะแสดงผลออกมา



รูปที่ 3.1 การทำงานของโปรแกรม

3.2 อุปกรณ์ที่ใช้ในการดำเนินงาน

1) กล้องรับภาพ



รูปที่ 3.2 กล้องรับภาพ

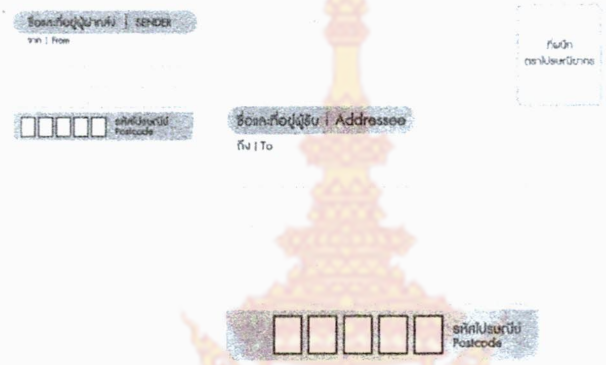
2) ฐานตั้งกล้องและซองจดหมาย

ฐานตั้งกล้องและซองจดหมาย ต้องมีขนาดเหมาะสมกับระยะการรับภาพ ในที่นี้ประมาณ 23 x 30 เซนติเมตร

รูปที่ 3.3 ฐานตั้งกล้องและฐานวางซองจดหมาย

3) ซองจดหมาย

- ซองจดหมายที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้ (Training) เป็นซองจดหมายมาตรฐานขนาด 114 x 162 มิลลิเมตร พื้นหลังสีขาว กรอบของช่องใส่รหัสไปรษณีย์สีแดง



รูปที่ 3.4 ซองจดหมายที่ใช้ในกระบวนการเรียนรู้

- ซองจดหมายที่ใช้ในการทดสอบ เป็นซองจดหมายมาตรฐานขนาด 114 x 162 มิลลิเมตร พื้นหลังสีขาว กรอบของช่องใส่รหัสไปรษณีย์สีแดง (ซองแบบเก่า)

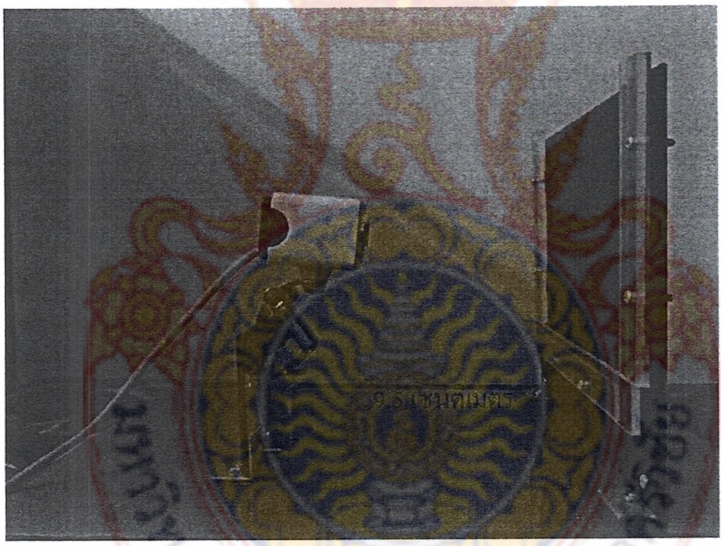
รูปที่ 3.5 ซองจดหมายที่ใช้ในการทดสอบ

3.3 การรับภาพ

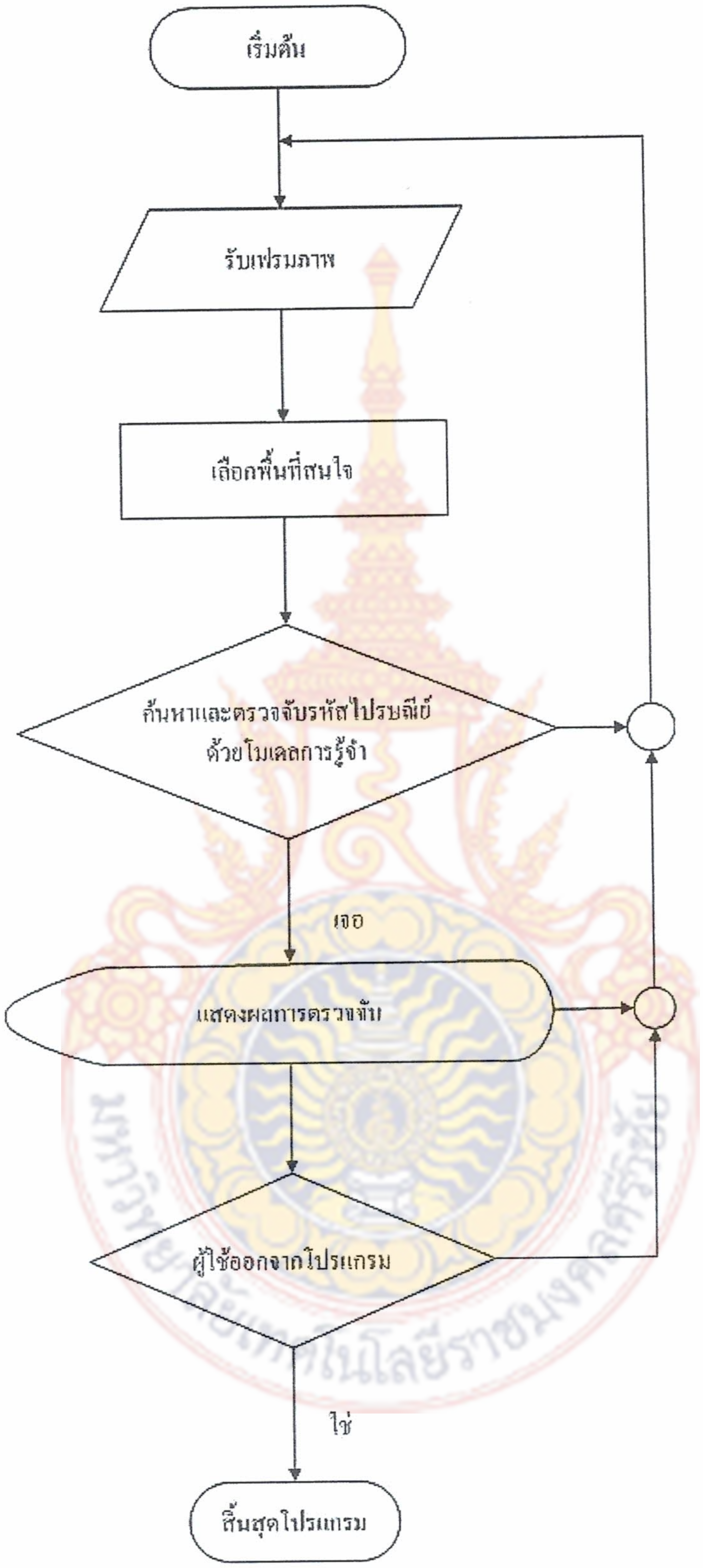
การตั้งกล้องและรับภาพ เป็นขั้นตอนที่สำคัญส่วนหนึ่งของการประมวลผลภาพ เพื่อให้การประมวลผลได้ผลที่ดี จึงต้องมีการจัดมุมกล้องในลักษณะที่เหมาะสมต่อการประมวลผลภาพ ซึ่งขั้นตอนการตั้งกล้องและการรับภาพในการทดสอบมีขั้นตอนดังนี้

1) ตั้งกล้องสูงจากฐาน 9.5 เซนติเมตร

2) ระยะระหว่างกล้องและซองจดหมาย วัดขนานกับฐานยาว 10.6 เซนติเมตร



รูปที่ 3.6 การตั้งกล้องเพื่อรับภาพ



รูปที่ 3.7 แผนผังการทำงานของโปรแกรม

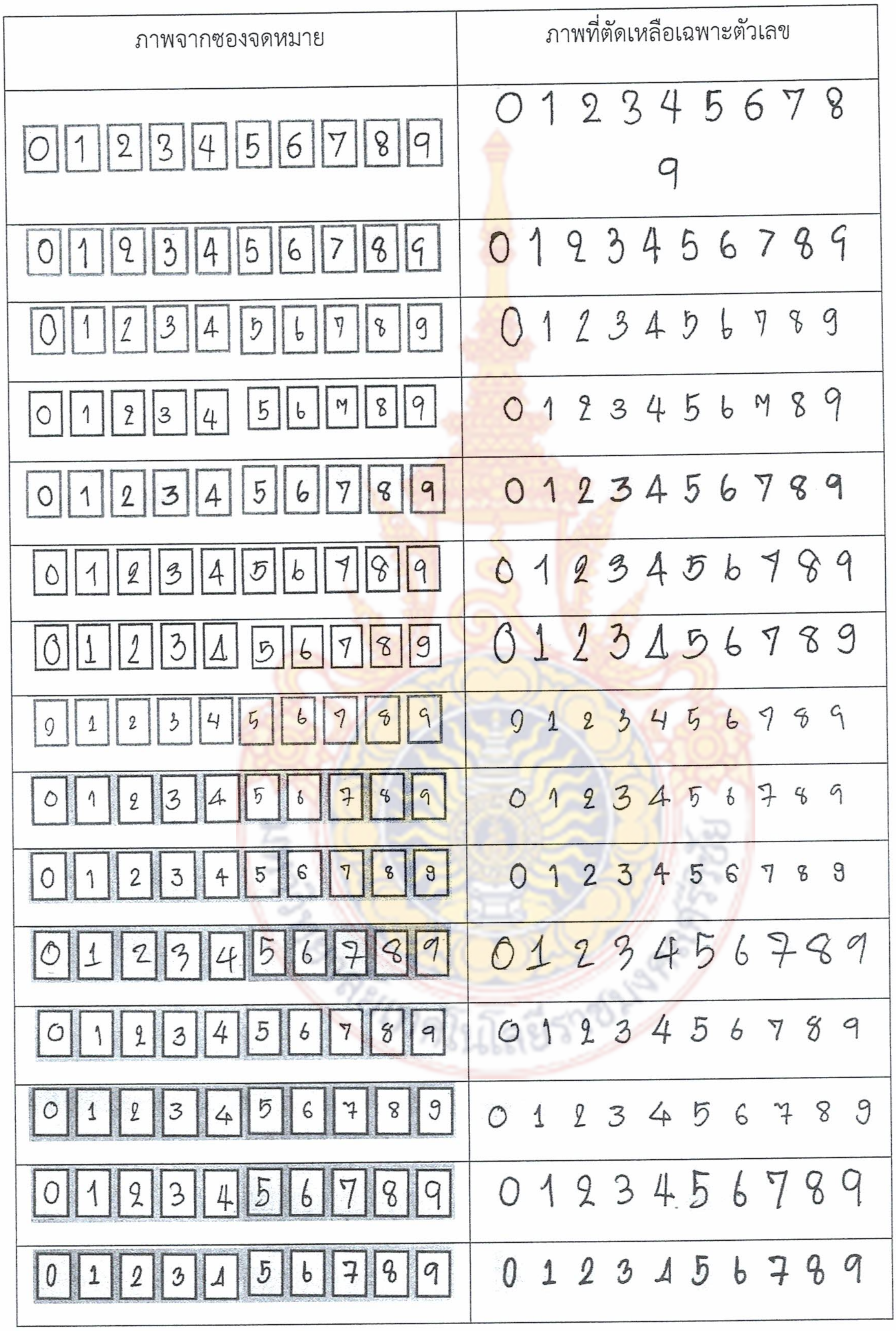
บทที่ 4

ผลการทดลองและบทวิเคราะห์

4.1 การทดสอบเบื้องต้น

การทดลองในส่วนของการเรียนรู้ (Training) นั้น จะใช้ลายมือที่เขียนเป็นตัวเลขบนซองจดหมายจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งให้เขียนตัวเลข 0-9 คนละ 10 ครั้ง รวมเป็น 600 ซอง ดังตัวอย่างบางส่วนแสดงในรูปที่ 4.1 (ก) และ 4.1 (ข) เมื่อนำมาเข้ากระบวนการเรียนรู้ (Training) จะได้ภาพ 0-9 แต่ละตัวรวม 3,000 ภาพ

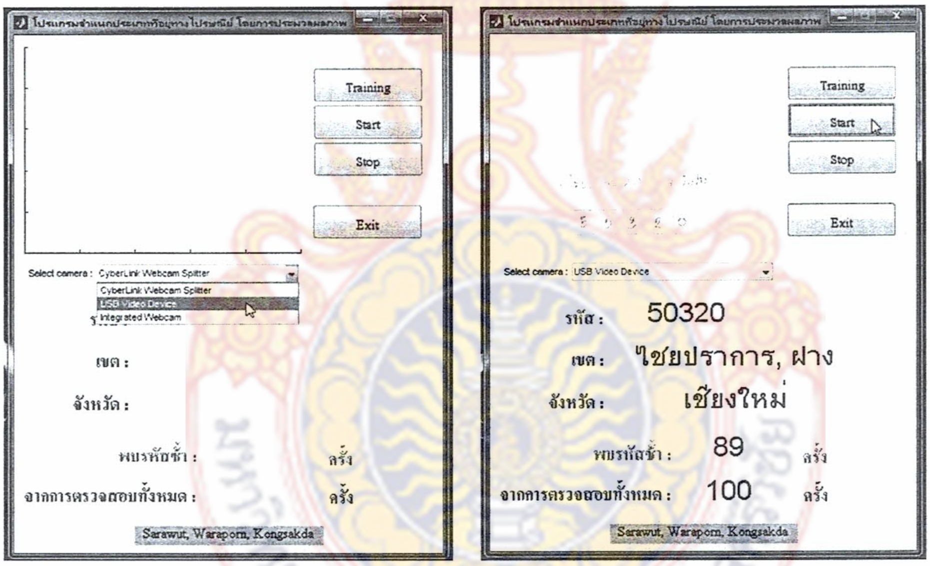
รูปที่ 4.1 (ก) ขั้นตอนการตัดภาพตัวเลขทีละตัว



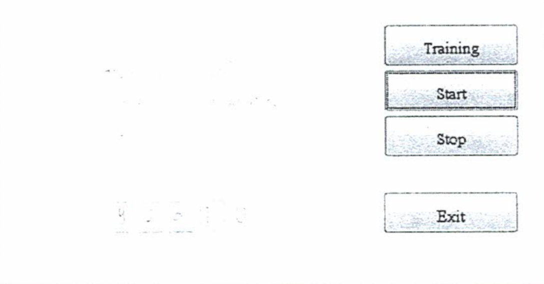
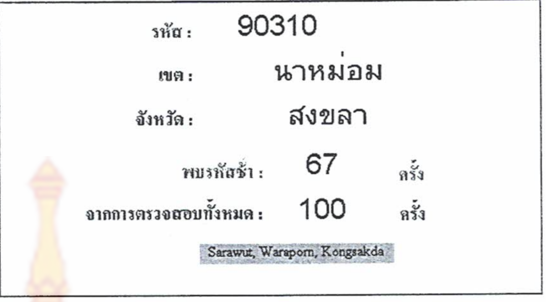
รูปที่ 4.1 (ข) ตัวอย่างลายมือที่เขียน 0-9 จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาทำการเรียนรู้ (Training)

การทดลองในส่วนของการตรวจสอบความถูกต้อง จะใช้ลายมือที่เขียนเป็นตัวเลขบนซองจดหมายจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งให้เขียนเลขรหัสไปรษณีย์คนละ 10 ครั้ง รวมเป็น 300 ซอง โดยจะเป็นเขตใดในประเทศไทยก็ได้ โดยให้แต่ละ 1 คน เขียนเลขรหัสไปรษณีย์ที่ไม่ซ้ำกัน อย่างไรก็ตามหากเปรียบเทียบกันทั้งสิ้น 30 คน ยังคงมีรหัสที่ซ้ำกันอยู่

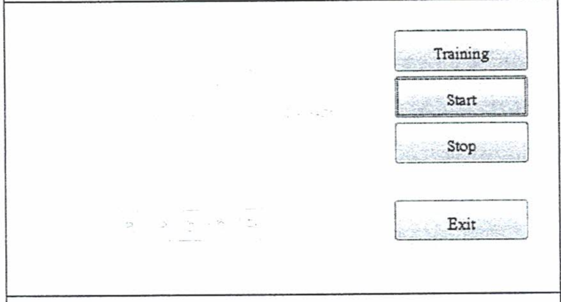
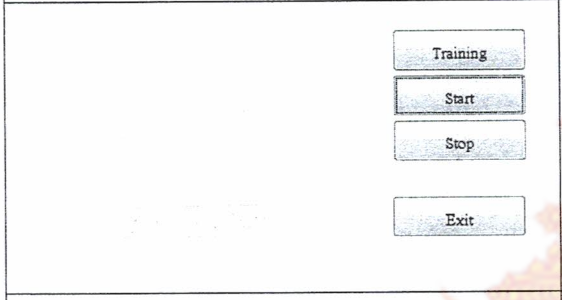
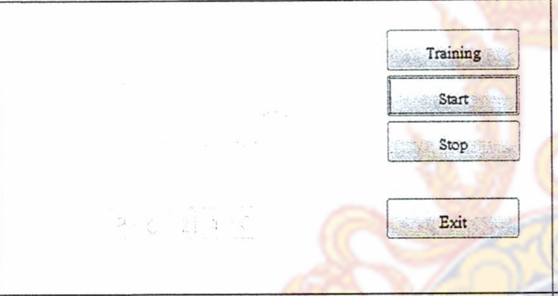
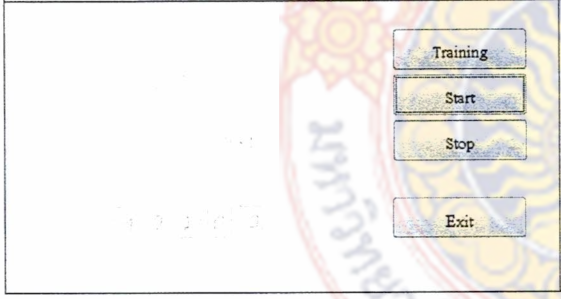
ตัวอย่างการทำงานของโปรแกรมแสดงในรูปที่ 4.2 และ 4.3 ส่วนผลการทดลองโดยตัวทดสอบโครงข่ายปราสาทเทียมแสดงในตารางที่ 4.2 ซึ่งเป็นการแสดงค่าความถูกต้องของการเตรียมข้อมูลพบความถูกต้องที่ร้อยละ 97 ส่วนตารางที่ 4.3 เป็นผลของการทดสอบกับกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ได้ผลการระบุความถูกต้องที่ ร้อยละ 83.67



รูปที่ 4.2 ขั้นตอนการค้นหาที่อยู่จากเลขรหัสไปรษณีย์

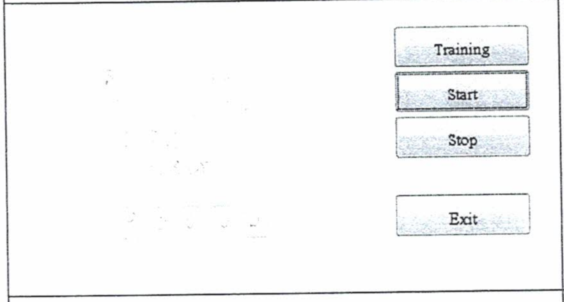
ซองจดหมาย	ผลลัพธ์
	

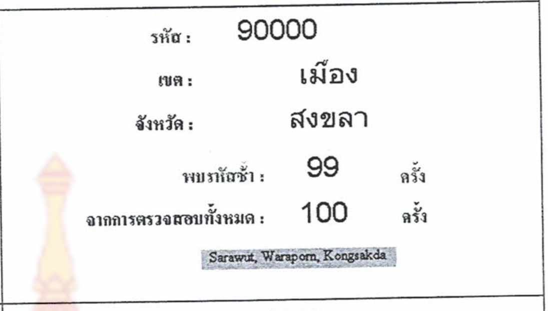
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างลายมือที่เขียนรหัสไปรษณีย์จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาประมวลผล

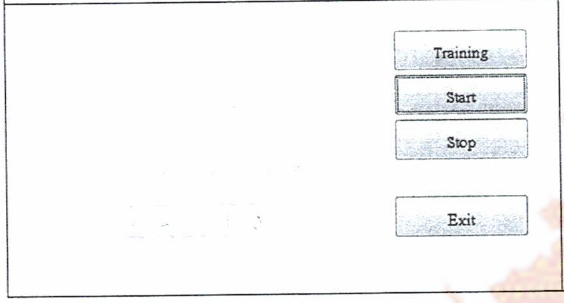
<table>
<tr><th>ซองจดหมาย</th><th>ผลลัพธ์</th></tr>
<tr><td></td><td>รหัส : 90330
เขต : สิงหนคร
จังหวัด : สงขลา
พบรหัสซ้ำ : 78 ครั้ง
จากการตรวจสอบทั้งหมด : 100 ครั้ง
Sarawut, Waraporn, Kongsakda</td></tr>
<tr><td></td><td>รหัส : 95000
เขต : เมือง,กรงปินัง
จังหวัด : ยะลา
พบรหัสซ้ำ : 79 ครั้ง
จากการตรวจสอบทั้งหมด : 100 ครั้ง
Sarawut, Waraporn, Kongsakda</td></tr>
<tr><td></td><td>รหัส : 90240
เขต : สะเดา
จังหวัด : สงขลา
พบรหัสซ้ำ : 75 ครั้ง
จากการตรวจสอบทั้งหมด : 100 ครั้ง
Sarawut, Waraporn, Kongsakda</td></tr>
<tr><td></td><td>รหัส : 90100
เขต : เมือง
จังหวัด : สงขลา
พบรหัสซ้ำ : 97 ครั้ง
จากการตรวจสอบทั้งหมด : 100 ครั้ง
Sarawut, Waraporn, Kongsakda</td></tr>
</table>

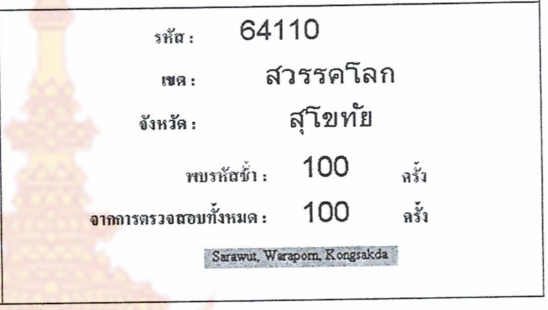
รูปที่ 4.3 ตัวอย่างลายมือที่เขียนรหัสไปรษณีย์จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาประมวลผล (ต่อ)

ซองจดหมาย | ผลลัพธ์









รูปที่ 4.3 ตัวอย่างลายมือที่เขียนรหัสไปรษณีย์จากกลุ่มตัวอย่างที่นำมาประมวลผล (ต่อ)

ตาราง 4.2 สรุปผลการทดสอบการสุ่มลายมือเขียนเลข 0-9 จำนวน 20 คน จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

ตัวเลข	ผลการวิเคราะห์ด้วย Artificial neural networks											ความถูกต้อง (ร้อยละ)	ความผิดพลาด (ร้อยละ)
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	*		
0	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	0
1	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100	0
2	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	-	100	0
3	-	-	-	20	-	-	-	-	-	-	-	100	0
4	-	-	-	-	19	-	-	-	-	-	1	95	5
5	-	-	-	-	1	19	-	-	-	-	-	95	5
6	-	-	-	-	1	-	19	-	-	-	-	95	5
7	-	-	-	-	-	-	-	20	-	-	-	100	0
8	-	-	-	-	-	1	-	-	19	-	-	95	5
9	-	-	-	-	-	-	-	-	1	18	1	90	10
	เฉลี่ย											97	3

* ไม่ตรวจจับตัวเลข

จากตาราง 4.2 เมื่อพิจารณาผลการทดสอบแล้ว สามารถสรุปออกมาเป็นค่าเฉลี่ยรวมได้ โดยหาจากสูตรการหาค่าเฉลี่ยเลขคณิต $\overline{X} = \frac{\sum X}{N}$

เมื่อ $\overline{X}$ แทนค่าเฉลี่ยเลขคณิตหรือค่าเฉลี่ย

$\sum X$ แทนผลรวมทั้งหมดของข้อมูล

N แทนจำนวนข้อมูลทั้งหมด

ผลค่าเฉลี่ยความถูกต้องในรูปร้อยละ

$$\text{จะได้} = \frac{(60 \times 4)+70+(80 \times 13)+(90 \times 4)+(100 \times 8)}{30}$$

$$= 83.67$$

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

ตาราง 4.3 สรุปผลการทดสอบการเขียนรหัสไปรษณีย์บนซองจดหมาย จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน

ลายมือเขียน	การตรวจสอบข้อมูล (10 ครั้ง)		ความถูกต้อง (ร้อยละ)	ความผิดพลาด (ร้อยละ)
	ผลถูกต้อง	ผลผิดพลาด		
คนที่ 1	6	4	60	40
คนที่ 2	6	4	60	40
คนที่ 3	6	4	60	40
คนที่ 4	6	4	60	40
คนที่ 5	7	3	70	30
คนที่ 6	8	2	80	20
คนที่ 7	8	2	80	20
คนที่ 8	8	2	80	20
คนที่ 9	8	2	80	20
คนที่ 10	8	2	80	20
คนที่ 11	8	2	80	20
คนที่ 12	8	2	80	20
คนที่ 13	8	2	80	20

ตาราง 4.3 ผลการทดสอบการเขียนรหัสไปรษณีย์บนซองจดหมาย จากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน (ต่อ)

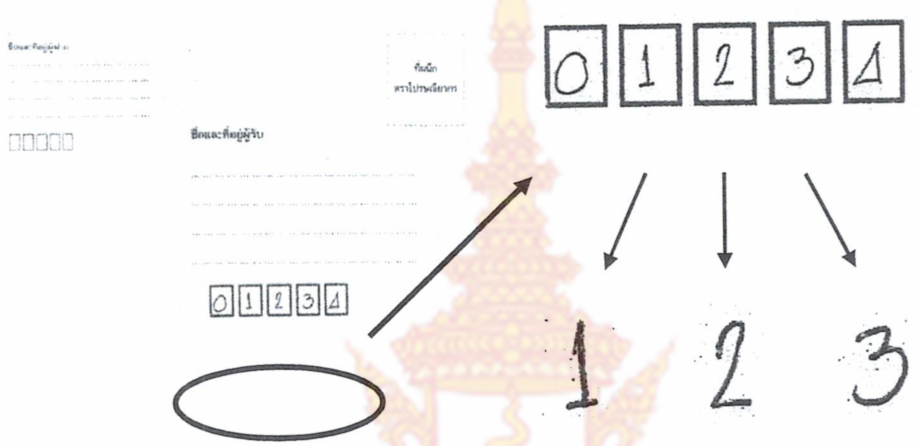
ลายมือเขียน	การตรวจสอบข้อมูล (10 ครั้ง)		ความถูกต้อง (ร้อยละ)	ความผิดพลาด (ร้อยละ)
	ถูก	ผิด		
คนที่ 14	8	2	80	20
คนที่ 15	8	2	80	20
คนที่ 16	8	2	80	20
คนที่ 17	8	2	80	20
คนที่ 18	8	2	80	20
คนที่ 19	9	1	90	10
คนที่ 20	9	1	90	10
คนที่ 21	9	1	90	10
คนที่ 22	9	1	90	10
คนที่ 23	10	0	100	0
คนที่ 24	10	0	100	0
คนที่ 25	10	0	100	0
คนที่ 26	10	0	100	0
คนที่ 27	10	0	100	0
คนที่ 28	10	0	100	0
คนที่ 29	10	0	100	0
คนที่ 30	10	0	100	0
	เฉลี่ย		83.67	16.33

วิเคราะห์ผล

ส่วนของการเรียนรู้ (Training)

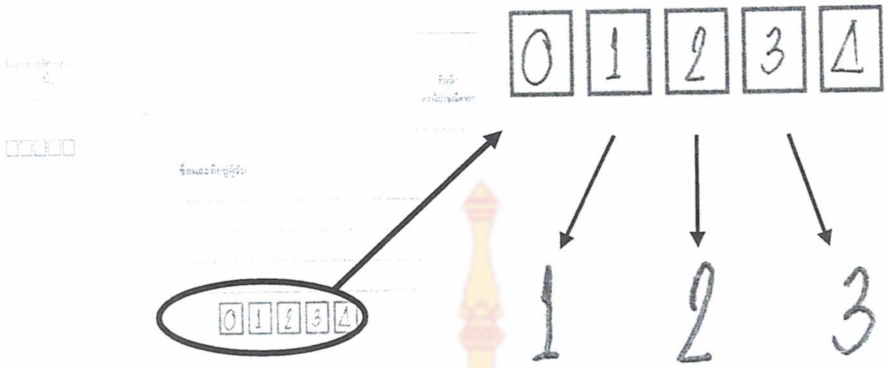
จากผลการทดสอบประสิทธิภาพการเรียนรู้ (Training) ข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระบบสามารถเรียนรู้และจดจำลายมือ และสามารถอ่านลายมือที่ได้ทำการเรียนรู้ (Training) ได้ แต่ก็ยังมีความผิดพลาดที่เกิดจากหลายปัจจัยดังนี้

1) ความผิดพลาดที่เกิดจากมีจุด (Noise) ที่อยู่บนภาพของซองจดหมาย จะทำให้ได้ภาพของตัวเลขไม่ชัดเจนหรือเพี้ยนไป เนื่องจากในกระบวนการเรียนรู้นั้น ระบบจะจดจำและคิดว่าจุด (Noise) เป็นส่วนหนึ่งของตัวเลขด้วย



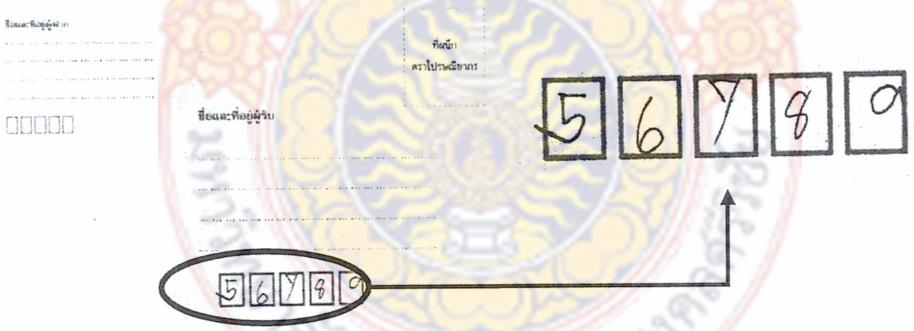
รูปที่ 4.4 ภาพซองจดหมายที่มีจุด (Noise)

2) ความผิดพลาดที่เกิดจากความเข้มสีของซองจดหมายและสีของปากกาที่ใช้เขียนรหัสไปรษณีย์มีสีใกล้เคียงเคียงกัน หรือสีของทั้งสองส่วนตัดกันไม่ชัดเจน ทำให้ในกระบวนการเรียนรู้นั้น ระบบจะคิดว่าตัวเลขและพื้นหลังของซองจดหมายเป็นส่วนเดียวกัน



รูปที่ 4.5 ภาพซองจดหมายที่มีความเข้มสีของตัวเลขไม่ชัดเจน

3) ความผิดพลาดที่เกิดจากการเขียนตัวเลขติดเส้นขอบ ทับเส้นขอบ หรือพ้นเส้นขอบของช่องที่ให้กรอกรหัสไปรษณีย์ ทำให้ไม่สามารถตัดภาพตัวเลขไปใช้ในกระบวนการเรียนรู้ (Training) ได้



รูปที่ 4.6 ภาพซองจดหมายที่เขียนตัวเลขติด ทับ หรือพ้นเส้นขอบ

ส่วนของการประมวลผลตรวจสอบข้อมูล

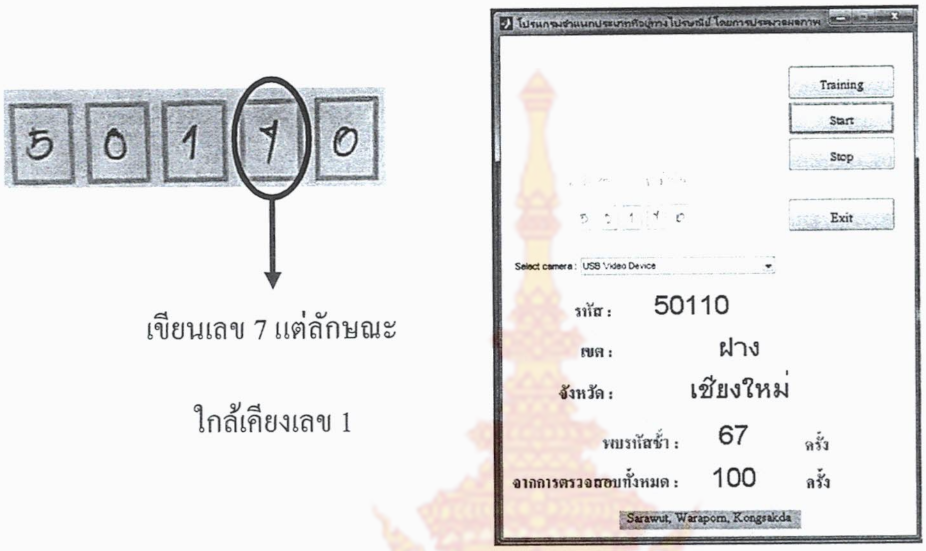
จากผลการทดสอบประสิทธิภาพตรวจสอบข้อมูลข้างต้น จะเห็นได้ว่า ระบบสามารถตรวจจับภาพที่เป็นตัวเลขและประมวลผลระบุรหัสไปรษณีย์ เขตและจังหวัดจากซองจดหมายได้ แต่ก็ยังมีความผิดพลาดที่เกิดจากหลายปัจจัยดังนี้

1) ความผิดพลาดที่เกิดจากมีปริมาณแสงมากเกิน น้อยเกินไป หรือมีปริมาณแสงไม่สม่ำเสมอในบริเวณที่ทำการตรวจจับตัวเลข ทำให้ระบบไม่สามารถอ่านตัวเลขได้ หรืออ่านตัวเลขได้ไม่ถูกต้อง

(ก) ภาพที่มีปริมาณแสงมากเกินไป (ข) ภาพที่มีปริมาณแสงน้อยเกินไป

รูปที่ 4.7 ภาพซองจดหมายที่มีปริมาณแสงไม่สมดุลกัน

2) ความผิดพลาดที่เกิดจากเขียนตัวเลขรหัสไปรษณีย์ไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือทำให้ระบบประมวลผลแล้วแสดงค่าได้ไม่ถูกต้อง



รูปที่ 4.8 ภาพซองจดหมายที่เขียนตัวเลขไม่ชัดเจน หรือคลุมเครือ

3) ความผิดพลาดที่เกิดจากเขียนตัวเลขรหัสไปรษณีย์ติดขอบสีแดง หรือตัวเลขมีขนาดเล็กเกินไป ทำให้ระบบไม่สามารถตรวจจับตัวเลขได้

รูปที่ 4.9 ภาพซองจดหมายที่เขียนตัวเลขติดขอบสีแดง

มหาวิทยาลัยเทคโนโลยีราชมงคลศรีวิชัย

4.2 การทดสอบโปรแกรมคัดแยกที่อยู่ทางไปรษณีย์ ด้วยการประมวลผลภาพเชิงเปรียบเทียบ

การทดลองในส่วนของการเรียนรู้ (Training) นั้น จะใช้ลายมือที่เขียนเป็นตัวเลขบนซองจดหมายจากกลุ่มตัวอย่าง 30 คน ซึ่งให้เขียนตัวเลข 0-9 คนละ 10 ครั้ง รวมเป็น 600 ซอง เมื่อนำมาเข้ากระบวนการเรียนรู้ (Training) จะได้ภาพ 0-9 แต่ละตัวรวม 3,000 ภาพ

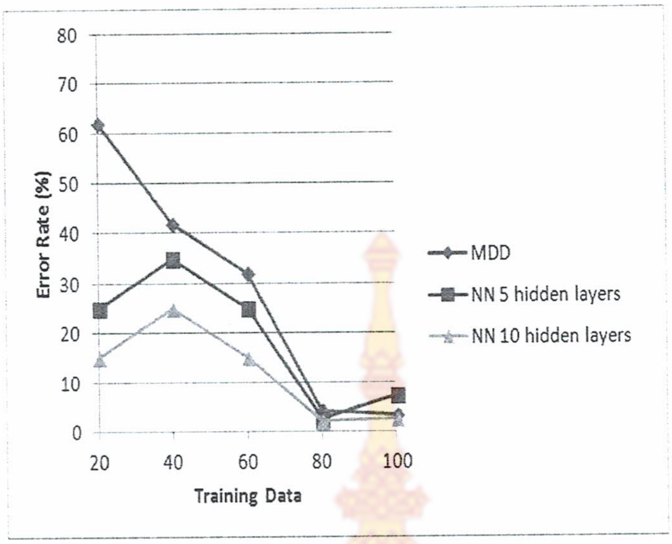
ขั้นตอนแรกเป็นการทำรูปภาพให้เป็นมาตรฐานโดยการเปลี่ยนขนาดให้มีขนาด 50*70 พิกเซลแล้วทำการแบ่งเป็น 100 ช่องขนาด 5*7 พิกเซล หลังจากนั้นทำการนับจุดดำแต่ละช่อง สุดท้ายได้ลักษณะเด่นของแต่ละเป็นอยู่ในรูปของเวกเตอร์ขนาด 100

ขั้นตอนถัดมาเป็นการสอนให้กับระบบรู้จำโดยทำการสอนด้วยจำนวนรูปภาพต่างๆกันขนาด 20, 40, 60, 80, 100 รูปภาพ ทดสอบด้วย 2 ระบบคือ การจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุดย่อด้วย MD และอีกระบบคือโครงข่ายประสาทเทียมซึ่งย่อด้วย NN เลือกชั้นซ่อนเป็น 10 และ 20 ชั้น

สำหรับการทดสอบแบ่งข้อมูลการทดสอบออกเป็น 2 ชุดคือ ชุด A และ ชุด B ชุดแรกนำมาจากข้อมูลที่ใช้สอน ชุดที่สองคือชุดทดสอบที่ระบบไม่เคยเห็นมาก่อนเพื่อทำการเปรียบเทียบผลการทดลองสำหรับการทำงานของโปรแกรมทดสอบแสดงในรูปที่ 4.10

ผลการทดสอบและการวิเคราะห์ผล

ผลการทดลองแสดงในรูปที่ 4.10 โดยรวมถือว่าผลออกมาเป็นที่น่าพอใจ เมื่อระบบสามารถระบุรหัสไปรษณีย์บนซองจดหมายได้แล้ว ขั้นตอนต่อมาเป็นการดึงข้อมูลจากฐานข้อมูลซึ่งจะแสดงข้อมูลจังหวัดและอำเภอของรหัสไปรษณีย์นั้นๆ



รูปที่ 4.10 แสดงค่าความผิดพลาดของระบบรู้จำรูปแบบแบบโครงข่ายประสาทเทียมและการจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุดด้วยข้อมูลการสอน 20, 40, 60, 80, และ 100 หน่วย

จากผลการทดลองในรูปที่ 4.10 นำไปสู่การสรุปได้ว่า โครงข่ายประสาทเทียมและการจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุดมีข้อดีข้อเสียเรื่องความถูกต้องในการระบุรหัสไปรษณีย์และเรื่องระยะเวลาที่ใช้สำหรับการประมวลผลกล่าวคือแบบแรกใช้เวลามากกว่า ส่วนแบบที่สองความถูกต้องน้อยกว่า

บทที่ 5
บทสรุป

ในงานวิจัยชิ้นนี้เราได้พัฒนาโปรแกรมการรู้จำรหัสไปรษณีย์ด้วยการประมวลผลภาพ ระบบนำเข้าข้อมูลจากกล้องเว็บแคมมาประมวลผลจึงทำให้มีราคาที่ไม่แพงแต่สามารถประมวลผลได้ในเวลาจริง จุดเด่นของระบบเมื่อเปรียบเทียบกับระบบอื่นๆคือสามารถรีเช็คผลได้หลายครั้งเนื่องจากสามารถนำภาพจากไฟล์วีดีโอมาประมวลผลได้หลายครั้ง ผลการทดสอบแสดงให้เห็นได้ว่าระบบสามารถใช้ในงานรู้จำรหัสไปรษณีย์ได้ โดยระบุความถูกต้องที่ 83.67% ได้ทำการทดสอบระบบด้วยการรู้จำรูปแบบแบบโครงข่ายประสาทเทียมและการจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุดผลปรากฎว่า โครงข่ายประสาทเทียมให้ผลการรู้จำที่ดีกว่าแต่ใช้เวลาการประมวลผลนานกว่า ในขณะที่การจำแนกด้วยระยะทางสั้นสุดใช้เวลาสั้นน้อยกว่าที่ผลการรู้จำไม่ได้แตกต่างอย่างมีนัยสำคัญมากนัก

บรรณานุกรม

[01] ณรัฐ อินอุทัย. (2554). การแยกแยะ และป้อนมูลที่เป็นตัวเลขอารบิกจากลายมือเขียนด้วย OCR. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

[02] สุกัญญา จังเจริญจิตต์กุล. (2547). การรู้จำแผ่นป้ายทะเบียนรถยนต์จากภาพดิจิทัลแบบทันกาล. ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์. คณะวิศวกรรมศาสตร์. จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย.

[03] Image processing. (2552). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://jaratcyberu.blogspot.com/2009/10/image-processing.html. (วันที่สืบค้นข้อมูล : 24 มกราคม 2556).

[04] การหาขอบภาพ. (2545). [ออนไลน์]. เข้าถึงได้จาก : http://fivedots.coe.psu.ac.th/~montri/Teaching/240-373/Chapter8.pdf. (วันที่ค้นข้อมูล : 21 มีนาคม 2557).

[05] การค้นหาและติดตามวัตถุในระนาบ 2 มิติ. เข้าถึงได้จาก : http://cpe. kmutt.ac.th/previousproject/2005/2/ch2.htm. (วันที่ข้อมูล : 23 มกราคม 2556)

[06] ภาพดิจิทัล. เข้าถึงได้จาก : http://www.stou.ac.th/offices/rdec/nakorn/main/swf/DigitalTraining/digital01/digital01_04.html. (วันที่ค้นข้อมูล : 10 มกราคม 2557).

[07] A. Demster, N. Lair, and D. Rubin. Maximum Likelihood from Incomplete Data via the EM Algorithm. J. Roy. Statist. Soc., Vol. 39, pages 1-38, 1977.

[08] R. O. Duda, P. E. Hart, and D. G. Stork. Pattern Classification. New York: Wiley, 2001.

[09] F. Hao. On Using Fuzzy Data in Security Mechanisms. PhD thesis, University of Cambridge, April 2007.

[10] F. Hao, C. W. Chan. Private Key Generation from On-line Handwritten Signatures. Information Management & Computer Security, Issue 10, No. 2, pages 159-164, 2002

[11] F. Hao, R. Anderson, and J. Daugman. Combining Cryptography with Biometrics Effectively. IEEE Transactions on Computer, 55(9):1081-1088, September 2006.