การแบ่งแยกระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษอัตโนมัติ โดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรและตำแหน่งการเขียน

THAI AND ENGLISH FONTS IDENTIFICATION USING CHARACTER FEATURE AND CHARACTER POSITION

พงศกร ปิยะตระกูล
PONGSAKORN PIYATRAKUL

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ. 2545

ISBN 974-648-617-9

การแบ่งแยกระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษอัตโนมัติ โดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรและตำแหน่งการเขียน

THAI AND ENGLISH FONTS IDENTIFICATION USING CHARACTER FEATURE AND CHARACTER POSITION

T043723

พงศกร ปิยะตระกูล

PONGSAKORN PIYATRAKUL

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 43723
วัน, เดือน, ปี 30 ก.ย. 2545

.b.....
.i.....

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต
สาขาวิชาเทคโนโลยีสารสนเทศ
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.2545

ISBN 974-648-617-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

THAI AND ENGLISH FONTS IDENTIFICATION USING CHARACTER FEATURE AND CHARACTER POSITION

PONGSAKORN PIYATRAKUL

A THESIS SUBMITTED IN PARTIAL FULFILLMENT

OF THE REQUIREMENT FOR THE DEGREE OF

MASTER OF SCIENCE IN INFORMATION TECHNOLOGY

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABUNG

2002

ISBN 974-648-617-9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

COPYRIGHT 2002

SCHOOL OF GRADUATE STUDIES

KING MONGKUT'S INSTITUTE OF TECHNOLOGY LARDKRABUNG

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บัณฑิตวิทยาลัย

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ใบรับรองวิทยานิพนธ์

หัวข้อวิทยานิพนธ์ การแบ่งแยกระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษอัตโนมัติโดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรและตำแหน่งการเขียน

THAI AND ENGLISH FONTS IDENTIFICATION USING CHARACTER FEATURE AND CHARACTER POSITION

ชื่อนักศึกษา นายพงศกร ปิยะตระกูล

รหัสประจำตัว 39067042

ปริญญา วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

สาขาวิชา เทคโนโลยีสารสนเทศ

อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์ รศ.ดร.บุญธีร์ เครือตราชู

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์		ลายมือชื่อ
รศ.ดร.บุญธีร์	เครือตราชู	
รศ.ดร.บุญวัฒน์	อัตชู	
รศ.ดร.วิเชียร	เปรมชัยสวัสดิ์	
ผศ.ดร.อาริต	ธรรมโน	
ผศ.ดร.วรพจน์	กรีสุระเดช	

วัน/เดือนปี ที่สอบ 15 กุมภาพันธ์ 2545 **เวลา** 13.00 น. เป็นต้นไป

สถานที่สอบ ณ ห้องเรียน M21 (ชั้นลอย) คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ

บัณฑิตวิทยาลัยรับรองแล้ว

(รศ.ดร.บุญวัฒน์ อัตชู)

คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

วันที่ 27 **เดือน** กุมภาพันธ์ **พ.ศ.** 2545

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การแบ่งแยกระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษอัตโนมัติโดยใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรและตำแหน่งการเขียน
นักศึกษา	นายพงศกร ปิยะตระกูล
รหัสประจำตัว	39067042
ปริญญา	วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต
สาขาวิชา	เทคโนโลยีสารสนเทศ
พ.ศ.	2545
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	รศ.ดร.บุญธีร์ เครือตราชู

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้พยายามแบ่งแยกระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษเพื่อที่จะให้ข้อมูลเพิ่มเติมแก่ OCR เพื่อทำให้การวิเคราะห์ตัวอักษรได้เร็วและถูกต้องมากขึ้น ถ้า OCR รู้ว่าเป็นภาษาไทยหรือภาษาอังกฤษ โดยการแบ่งแยกจะทำการแบ่งเฉพาะภาษาไทยกับภาษาอังกฤษเท่านั้น โดยไม่มีการเจาะจงรูปแบบตัวอักษร เนื่องจากตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษมีลักษณะเด่นที่แตกต่างกันและมีตำแหน่งในการเขียนที่ไม่เหมือนกัน ในงานวิจัยนี้จึงใช้จุดเด่นที่แตกต่างกันนี้ในการแบ่งแยกตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis Title	Thai and English Fonts Identification using Character Feature and Character Position
Student	Mr. Pongsakorn Piyatrakul
Student ID	39067042
Degree	Master degree of Science
Programme	Information Technology
Year	2002
Thesis Advisor	Assoc. Prof. Boontee Kruatrachue, Ph.D.

ABSTRACT

The aim of this research is to identify Thai and English character from documents contains both characters. This identification is intended to perform before character recognition using OCR , This provides more information about the character set so that OCR can recognize faster with better accuracy. The character sets are in Thai and English only with any fonts. Thai character and English character have difference characteristic and have difference writing position. This difference is used in identification process.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปด้วยดีเพราะได้รับคำปรึกษา ชี้แนะแนวทางในการทำงานวิจัยตลอดจนไขข้อปัญหาต่างๆ จาก อาจารย์ ร.ศ. ดร. บุญธีร์ เครือตราชู ผู้ทำงานวิจัยรู้สึกซาบซึ้งในความกรุณาและอนุเคราะห์จากท่าน ขอกราบขอบพระคุณเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ อาจารย์ผู้ร่วมเข้าสอบหัวข้อวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่ได้ให้แนวคิดรวมทั้งมุมมองในแง่ต่างๆ เกี่ยวกับหัวข้องานวิจัย เพื่อให้งานวิจัยมีคุณภาพมากขึ้น

ขอขอบคุณ อาจารย์ทุกท่านที่ได้สั่งสอนวิชาความรู้ต่างๆ ซึ่งเป็นรากฐานที่ก่อให้งานวิจัยชิ้นนี้สำเร็จ

ขอขอบพระคุณบิดา มารดา ที่ได้ให้การสนับสนุนทางด้านต่างๆ ตลอดจนความห่วงใยและให้กำลังใจโดยตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่ๆ เพื่อนๆ ที่ให้คำปรึกษาและแก้ไขปัญหาตลอดจนความช่วยเหลือในด้านต่างๆ

สุดท้ายขอขอบคุณ คณะเทคโนโลยีสารสนเทศที่สนับสนุนเครื่องมือและหนังสือต่างๆ เจ้าหน้าที่ทุกท่านในคณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและอำนวยความสะดวกในด้านต่างๆ

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

พงศกร ปิยะตระกูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย.....I

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....II

กิตติกรรมประกาศ.....III

สารบัญ.....IV

สารบัญตาราง.....VI

สารบัญรูป.....VII

บทที่ 1 บทนำ.....1

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....1

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....1

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย.....2

1.4 ขั้นตอนการศึกษา.....2

บทที่ 2 งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่นำมาใช้.....4

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....4

2.2 โครงสร้างของตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....12

2.3 รูปแบบการจัดเก็บภาพแบบบิตแมพ.....15

2.4 การหาค่าฮิสโตรแกรมของภาพตัวอักษร.....15

บทที่ 3 การหาภาพตัวอักษรภายในเอกสารและการหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษร.....17

3.1 การหาภาพตัวอักษรภายในภาพเอกาสาร.....17

3.2 การดึงภาพตัวอักษรหรือคัดลอกภาพตัวอักษรและลบภาพตัวอักษรออกจากภาพเอกสารต้นฉบับ.....22

3.3 การหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษร.....25

บทที่ 4 ขั้นตอนในการแยกภาพตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....27

4.1 แยกภาพตัวอักษรระดับบน ภาพตัวอักษรระดับกลาง และภาพตัวอักษรระดับล่างภายในบรรทัด.....31

4.2 นับจำนวนภาพตัวอักษรระดับกลางภายในวรรค.....32

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ(ต่อ)

หน้า

4.3 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบน.....34
4.4 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับล่าง.....39
4.5 ตรวจหาหัวของภาพตัวอักษร.....40

บทที่ 5 การตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษร (Normal, Bold, Italic, Bold & italic).....45

บทที่ 6 สรุปผลการทดลองและแนะนำแนวทางการดำเนินงานต่อไป.....51
6.1 สรุปผลการทดลอง.....52
6.2 แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต.....55
เอกสารอ้างอิง.....56
ภาคผนวก ก รูปแบบการจัดเก็บภาพแบบบิตแมพ.....57
ภาคผนวก ข ตัวอย่างเอกสารที่ใช้ในการทดลอง.....59
ประวัติผู้เขียน.....64

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

ตารางที่ หน้า

2.1 แสดงผลอัตราการรู้จำของรูปแบบตัวอักษรทั้ง 8 รูปแบบ.....7

2.2 แสดงผลอัตราการรู้จำตัวอักษรเมื่อทำการทดสอบกับเอกสารตัวอย่าง.....8

2.3 แสดงผลการทดสอบทั้งหมดกับตัวอักษร 280 รูปแบบตัวอักษร.....12

2.4 แสดงตัวอักษรภาษาไทยในระดับต่างๆ.....13

2.5 แสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด.....13

4.1 แสดงภาพตัวอักษรภาษาไทยที่แยกตามจำนวนขาของภาพตัวอักษร.....40

4.2 แสดงภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แยกตามจำนวนขาของภาพตัวอักษร.....41

4.3 แสดงจำนวนขาภาพตัวอักษรระดับกลางของภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....41

4.4 แสดงภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหัวตัวอักษรภาษาไทย.....42

6.1 แสดงผลของการตรวจสอบวรรคภาพว่าเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษเมื่อทำการทดลองกับภาพเอกสารตัวอย่าง.....52

6.2 แสดงผลของการตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรเมื่อทำการทดลองกับภาพเอกสารตัวอย่าง.....53

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป

รูปที่ หน้า

2.1 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างภาษาอังกฤษผสมกับภาษาจีน.....5

2.2 แสดงผลของการแบ่งแยกระหว่างภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษกับภาษาจีน จากรูป 2.6.....6

2.3 แสดงผลการทดสอบงานวิจัยของ Abdelwahab Zramdini และ Rolf Ingold.....9

2.4 แสดงการแบ่งแยกต่างๆ ในงานวิจัยของ Abdelwahab Zramdini และ Rolf Ingold..... 10

2.5 แสดงผลการทำฮีสโตรแกรมในแนวนอนของภาพตัวอักษรในลักษณะต่างๆ..... .11

2.6 แสดงระดับของคำในภาษาไทย..... .14

2.7 แสดงระดับของคำในภาษาอังกฤษ..... 14

2.8 แสดงระดับของคำในภาษาไทยในการแบ่งของผู้วิจัย..... 15

3.1 แสดงทิศทั้ง 8 ของฟรีแมนพร้อมทิศทางในการเดิน.....17

3.2 แสดงภาพมุมปลายด้านบนและคำอธิบายสัญลักษณ์ต่างๆ.....18

3.3 แสดงภาพมุมปลายด้านล่าง.....19

3.4 แสดงภาพจุดปลายที่มีการเปลี่ยนรหัส.....19

3.5 แสดงภาพมุมเว้าด้านบน.....19

3.6 แสดงภาพมุมเว้าด้านล่าง.....19

3.7 แสดงภาพขอบในแนวนอน.....20

3.8 แสดงภาพขอบทางด้านซ้าย.....20

3.9 แสดงภาพขอบทางด้านขวา.....21

3.10 แสดงตำแหน่งพิกัดที่มีค่าต่ำสุดและสูงสุดของภาพในแนวตั้งและแนวนอน.....22

3.11 แสดงภาพที่มีการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษร.....22

3.12 แสดงการดึงภาพตัวอักษรจากภาพเอกสารต้นฉบับไปยังเอกสารที่สร้างใหม่.....23

3.13 แสดงภาพตัวอักษรที่มีรูปแบบลักษณะตัวเอียง.....24

3.14 แสดงขนาดช่องว่างภายในภาพตัวอักษร.....26

4.1 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความเอียงและสัญญาณรบกวน.....27

4.2 แสดงขั้นตอนการแยกภาพว่าเป็นวรรคภาพภาษาไทยหรือวรรคภาพภาษาอังกฤษ.....30

4.3 แสดงระดับต่างๆ ของภาพตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษ.....31

4.4 แสดงตำแหน่งการหาภาพในระดับต่างๆ ของภาพตัวอักษร.....32

4.5 แสดงระยะห่างของภาพตัวอักษร.....33

4.6 แสดงภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ.....34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

4.7 แสดงภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยที่มีช่องว่างภายในภาพตัวอักษร.....35

4.8 แสดงภาพตัวอักษรระดับบนที่มีส่วนของภาพเลยจากขอบด้านขวาของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ด้านล่าง.....35

4.9 แสดงขนาดของจุดเมื่อเทียบกับภาพตัวอักษร " i " และ " j "....35

4.10 แสดงขนาดของภาพตัวอักษร " ง " เมื่อเทียบกับ " ไม้หันอากาศ " และ " ไม้จัตวา "....36

4.11 แสดงจำนวนจุดของภาพตัวอักษร " ไม้หันอากาศ " และ " ไม้จัตวา "....37

4.12 แสดงช่องว่างภายในภาพตัวอักษรระดับบนของภาพตัวอักษรภาษาไทย....39

4.13 แสดงภาพตัวอักษรระดับล่างของภาษาไทย....39

4.14 แสดงภาพตัวอักษรภาษาไทยที่มีหัวตัวอักษรจำนวน 2 หัว....42

4.15 แสดงภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยที่ไม่มีหัวตัวอักษร....43

4.16 แสดงคำที่มีความหมายในภาษาไทยที่ประกอบด้วยภาพตัวอักษรระดับกลางที่ไม่มีหัวภาพตัวอักษรทั้งหมด....44

5.1 แสดงลักษณะแบบตัวอักษรตัวอย่าง....45

5.2 แสดงการหาฮีสโตรแกรมในแนวนอน....46

5.3 แสดงการหาฮีสโตรแกรมในแนวตั้ง....46

5.4 แสดงภาพตัวอักษรลักษณะปกติ และจำนวนจุดสีดำ ณ.ตำแหน่งที่กำหนดไว้....47

5.5 แสดงภาพตัวอักษรลักษณะหนา และจำนวนจุดสีดำ ณ.ตำแหน่งที่กำหนดไว้....47

5.6 แสดงค่าของการทำฮีสโตรแกรมแนวนอนของภาพตัวอักษรลักษณะปกติ....48

5.7 แสดงค่าของการทำฮีสโตรแกรมแนวนอนของภาพตัวอักษรลักษณะเอียง....48

5.8 แสดงขั้นตอนการพิจารณาลักษณะภาพตัวอักษร....50

6.1 แสดงภาพตัวอย่างเอกสารที่นำมาทดลอง....51

6.2 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่ไม่มีการแบ่งวรรคระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ....53

6.3 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างภาษาอังกฤษที่มีการเขียนต่อกันและมีจำนวนภาพตัวอักษรมากกว่า 20 ภาพ....54

6.4 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีการเน้นข้อความโดยการขีดเส้นใต้ภาพตัวอักษร....54

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูป(ต่อ)

รูปที่ หน้า

6.5 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีรูปแบบลักษณะตัวอักษรคนละลักษณะแต่มีการเขียนติดกัน.....54

6.6 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความโค้งมนทำให้การตรวจสอบลักษณะผิดพลาด.....54

6.7 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความเอียงซึ่งเกิดจากนำภาพเข้าสู่คอมพิเตอร์ ทำให้การตรวจสอบลักษณะภาพตัวอักษรผิดพลาด.....55

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา

ในปัจจุบันกระบวนการรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition) มีความก้าวหน้าไปมากในทางด้านประสิทธิภาพและความถูกต้อง แต่ในความเป็นจริงประสิทธิภาพความถูกต้องของกระบวนการรู้จำตัวอักษรนั้นยังไม่ดีพอโดยเฉพาะการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย ซึ่งหากต้องการให้กระบวนการรู้จำตัวอักษรมีประสิทธิภาพมากขึ้น จำเป็นจะต้องมีการเตรียมข้อมูลเพื่อที่จะนำไปสู่กระบวนการรู้จำตัวอักษรให้ดีที่สุด การเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการรู้จำตัวอักษร เป็นขั้นตอนหนึ่งของส่วนจัดการล่วงหน้าของระบบที่มีความสำคัญไม่น้อยไปกว่าส่วนของการรู้จำตัวอักษร จากผลงานวิจัยที่ผ่านมา มุ่งเน้นไปที่การคิดวิธีการที่จะทำให้กระบวนการรู้จำมีประสิทธิภาพและความถูกต้องมากขึ้นเป็นเสียส่วนใหญ่ งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการจัดเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการรู้จำไม่ค่อยพบมากนัก ซึ่งในความเป็นจริงการเตรียมข้อมูลก่อนที่จะนำไปสู่กระบวนการรู้จำตัวอักษรเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญไม่น้อยไปกว่ากระบวนการรู้จำตัวอักษรเลย ซึ่งหากมีการเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการรู้จำที่ดีย่อมทำให้ประสิทธิภาพในด้านต่างๆ รวมถึงความถูกต้องดีขึ้นอย่างแน่นอน งานในส่วนของการเตรียมข้อมูลให้กับกระบวนการรู้จำตัวอักษรนั้นมีหลายงานเช่น งานทางด้านการลดสัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นซึ่งอาจเกิดจากกระบวนการนำตัวอักษรเข้าสู่เครื่องคอมพิวเตอร์(โดยผ่านทางเครื่องสแกน หรือผ่านทางกล้องถ่ายภาพดิจิตอล) และสัญญาณรบกวนที่มาจากเอกสารต้นฉบับ งานทางด้านการปรับเอียงเอกสารซึ่งปัญหาที่เกิดขึ้นเหมือนกับปัญหาของสัญญาณรบกวน งานทางด้านการแยกรูปภาพที่มีอยู่ในเอกสารออกจากตัวอักษร งานทางด้านการทำ segmentation[1] งานทางด้านการซ่อมแซมส่วนที่ขาดหายไปของตัวอักษร[2] งานทางด้านการแยกส่วนที่ติดกันซึ่งไม่ใช่ตัวอักษรตัวเดียวกันออกจากกัน[3] งานทางด้านการแยกตัวอักษรว่าเป็นตัวอักษรของภาษาใดพร้อมทั้งบอกให้กับกระบวนการรู้จำตัวอักษร ดังนั้นเพื่อให้กระบวนการรู้จำตัวอักษรมีประสิทธิภาพและความถูกต้องมากยิ่งขึ้น ผู้วิจัยจึงได้เลือกทำการเตรียมข้อมูลสำหรับกระบวนการรู้จำตัวอักษรในส่วนของการแยกตัวอักษรว่าเป็นภาษาใด โดยเน้นแยกตัวอักษรระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ ซึ่งอาจนำไปใช้แยกตัวอักษรภาษาไทยออกจากตัวอักษรภาษาอื่นได้

1.2 วัตถุประสงค์ของงานวิจัย

1. เพื่อทำให้กระบวนการรู้จำตัวอักษรมีประสิทธิภาพรวดเร็วและถูกต้องมากยิ่งขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. เพื่อที่จะศึกษาถึงคุณลักษณะเด่นของตัวอักษรภาษาไทยและคุณลักษณะเด่นตัวอักษรภาษาอังกฤษ
3. เพื่อศึกษาถึงวิธีการแยกภาพตัวอักษรภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษในเอกสาร
4. เพื่อศึกษาถึงคุณลักษณะเด่นของตัวอักษรภาษาไทยในลักษณะรูปแบบต่างๆ (normal, bold, italic, bold & italic)
5. เพื่อศึกษาถึงวิธีการแยกลักษณะรูปแบบต่างๆ ของภาพตัวอักษรภาษาไทยออกจากกัน
6. เพื่อที่เป็นแนวทางในการพัฒนาการแยกตัวอักษรภาษาไทยออกจากตัวอักษรภาษาอื่นๆ ต่อไปในอนาคต

1.3 ขอบเขตของการดำเนินงานวิจัย

1. ตัวอักษรภาษาไทยและภาษาอังกฤษจะต้องไม่เขียนติดกัน
2. กลุ่มของตัวอักษรที่ใช้เป็นตัวอย่างเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยที่มีหัวตัวอักษรโดยไม่มีการกำหนดขนาดของตัวอักษร
3. งานวิจัยนี้ทำการทดสอบเฉพาะข้อมูลที่เป็นตัวอักษรภาษาไทยกับภาษาอังกฤษเท่านั้น
4. ข้อมูลที่เป็นภาพเอกสารในงานวิจัยนี้จะต้องมีการปรับเอียงเอกสาร และการลดสัญญาณรบกวนมาก่อน
5. ข้อมูลเอกสารที่เข้ามามีการตัดบรรทัดพร้อมทั้งมีตำแหน่งพิกัดแต่ละบรรทัดมาให้ด้วย
6. ภาพตัวอักษรที่นำเข้ามาจะต้องไม่เป็นภาพตัวอักษรที่ขาดและในกรณีที่เป็นภาพตัวอักษรคนละตัวจะต้องไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งติดกัน
7. ขนาดของภาพตัวอักษรภายในบรรทัดเดียวกันจะต้องเป็นขนาดที่ใกล้เคียงกันหรือเป็นขนาดเดียวกัน
8. ข้อมูลที่นำเข้ามาจะต้องเป็นข้อมูลที่เป็นภาพตัวอักษรเท่านั้น ไม่มีภาพตารางหรือรูปภาพอื่นๆ
9. ข้อมูลภาพตัวอักษรที่นำเข้ามาจะต้องมีความละเอียดจนสามารถมองเห็นหัวตัวอักษรได้ เช่นทำการสแกนภาพที่ความละเอียด 300 จุดต่อนิ้ว ที่รูปแบบตัวอักษร Angsana UPC ขนาด 14 จุด

1.4 ขั้นตอนการศึกษา

1. ศึกษาบทความและงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับงานวิจัยนี้
2. เก็บข้อมูลจากสิ่งพิมพ์ต่างๆ รวมทั้งเอกสารที่พิมพ์ด้วยเครื่องพิมพ์เลเซอร์พร้อมทำการจัดเก็บลงในเครื่องคอมพิวเตอร์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. ศึกษาลักษณะเด่นของภาษาไทยและลักษณะเด่นภาษาอังกฤษรวมทั้งรูปแบบการเขียนทั้งสองภาษา
4. ออกแบบอัลกอริทึม
5. เขียนโปรแกรมตามอัลกอริทึมที่ได้ออกแบบไว้
6. นำโปรแกรมมาทดสอบกับข้อมูลที่ได้ทำการจัดเก็บไว้ดังที่กล่าวมาแล้วข้างต้น
7. รวบรวมผลการทดสอบของโปรแกรม
8. วิเคราะห์ข้อผิดพลาดจากการทำงานของโปรแกรม รวมทั้งแก้ไขข้อผิดพลาดที่เกิดขึ้นและทำการทดสอบโปรแกรมเพื่อตรวจสอบส่วนที่แก้ไขข้อผิดพลาด
9. สรุปผลที่เป็นไปได้ทั้งหมด พร้อมทั้งทำเอกสารนำเสนองานวิจัย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
งานวิจัยที่เกี่ยวข้องและทฤษฎีที่นำมาใช้

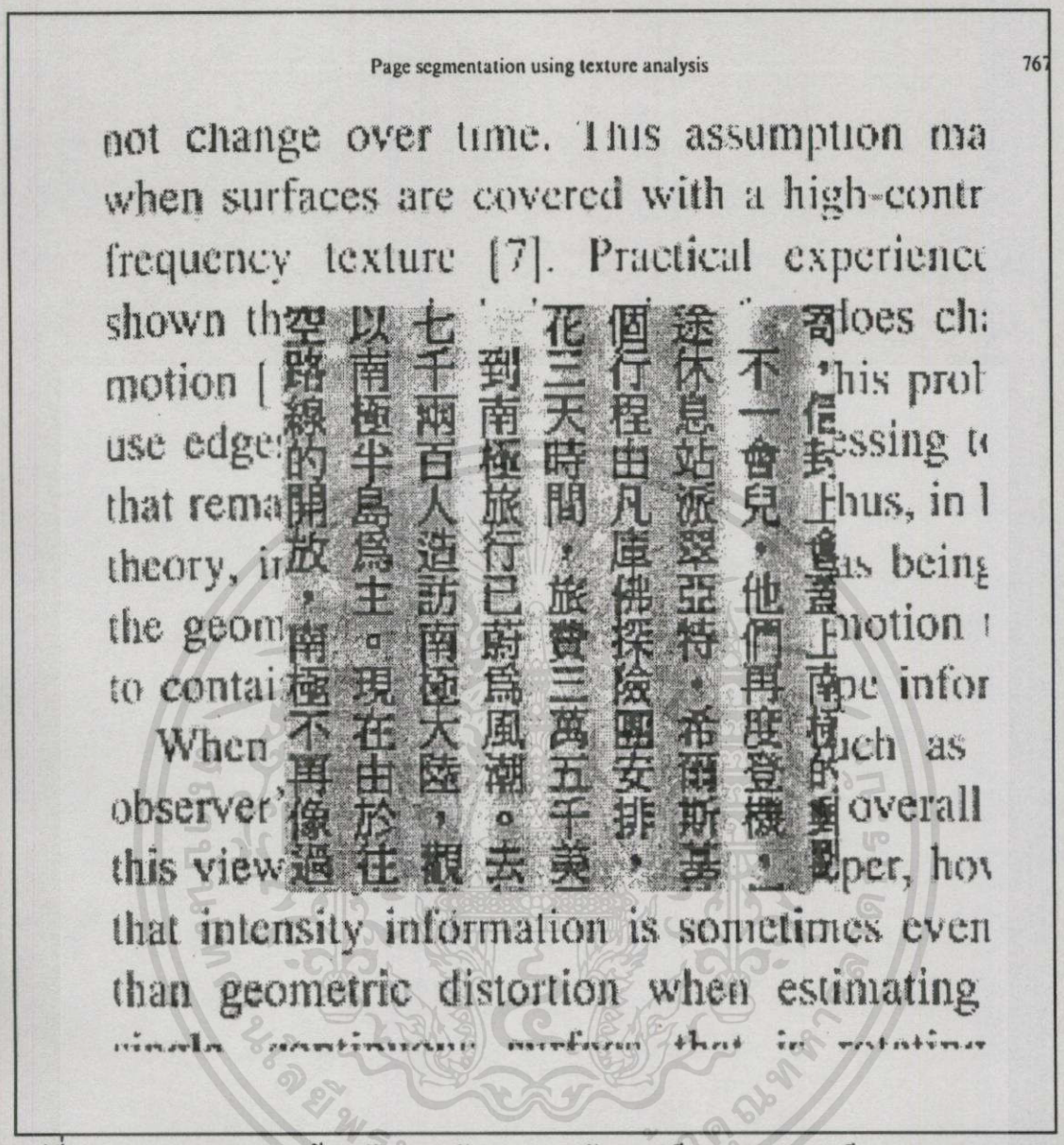
ในการพัฒนาการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาใดนั้น มีความจำเป็นอย่างยิ่งที่จะต้องศึกษาทฤษฎีที่เกี่ยวข้องกับภาพหรือการประมวลผลภาพ (Image Processing) และต้องมีการสังเกตลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรในแต่ละภาษา ลักษณะความคล้ายคลึงกันของภาพตัวอักษรบางตัวซึ่งอาจทำให้การแยกภาพตัวอักษรนั้นผิดผลาดไป พร้อมทั้งสังเกตถึงรูปแบบการเขียนของในแต่ละภาษาว่ามีรูปแบบการเขียนเหมือนกันหรือแตกต่างกันอย่างไร

จากงานวิจัยที่มีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยชิ้นนี้สามารถนำมาใช้เป็นแนวคิดเบื้องต้น หรืออาจนำวิธีที่งานวิจัยชิ้นนั้นทำขึ้นมาทำการปรับปรุงเพื่อให้สามารถนำมาใช้กับงานวิจัยรวมถึงอาจนำงานวิจัยที่เกี่ยวข้องนั้นมาทำการเปรียบเทียบผลการทดสอบกับงานวิจัยชิ้นนี้เพื่อที่จะสามารถนำบอกได้ว่างานวิจัยชิ้นนี้มีประสิทธิภาพและความถูกต้องในแง่ต่างๆ เป็นอย่างไรบ้าง

2.1 งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง

จากงานวิจัยของ Anil K. Jain และ Yu Zhong[4] ที่ได้ทำการตีพิมพ์จากวารสาร Pattern Recognition ฉบับที่ 29 ลำดับที่ 5 หน้าที่ 743-749 ปี ค.ศ.1996 เป็นงานวิจัยที่ชื่อว่า Page segmentation using texture analysis งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำการหาอัลกอลิทึมที่สามารถจะทำการแบ่งหน้าของเอกสารทุกภาษา (language-free)โดยใช้การตรวจสอบจากพื้นผิวของเอกสาร (textured-based) ที่เป็นภาพเกรย์สเกล (gray scale) ผลของงานวิจัยนี้จะต้องสามารถตัดส่วนที่เป็นตัวอักษร (text) ตัดส่วนที่เป็นเส้นขอบวาด (line-drawing regions) และส่วนที่เป็นภาพสกรีน (half-tone) งานวิจัยนี้ใช้ Neuron Network เป็นตัวทำการทดสอบโดยมีการทำชุดตัวอย่างและกำหนดตัวแปร หลังจากนั้นจะทำการเทรน (train)ร่วมกับภาพตัวอักษรตัวอย่าง ในงานวิจัยนี้ทำการทดสอบกับภาพตัวอักษรที่เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษ และทำการทดสอบกับภาพตัวอักษรภาษาจีน โดยได้ทำการทดสอบทั้งที่เป็นภาพตัวอักษรเพียงภาษาเดียวทั้งหมดและได้ทำการทดสอบกับภาพเอกสารที่มีการผสมกันของตัวอักษรทั้ง 2 ภาษา ได้ทำการทดสอบกับภาพเอกสารที่มีทั้งรูปภาพและภาพตัวอักษรอยู่ภายในภาพเอกสารเดียวกัน เมื่อดูจากหัวข้องานวิจัยนี้อาจดูว่าไม่น่าจะมีความเกี่ยวข้องกับงานวิจัยฉบับนี้แต่เมื่อได้ดูถึงรายละเอียดภายในงานวิจัยพบว่าสามารถแยกภาพตัวอักษรระหว่างภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษกับภาพตัวอักษรภาษาจีนออกจากกัน ซึ่งเป็นผลพลอยจากจุดประสงค์ของงานวิจัย ผลของงานวิจัยของ Anil K. Jain และ Yu Zhong ดังแสดงดังรูปที่ 2.1 และรูปที่ 2.2

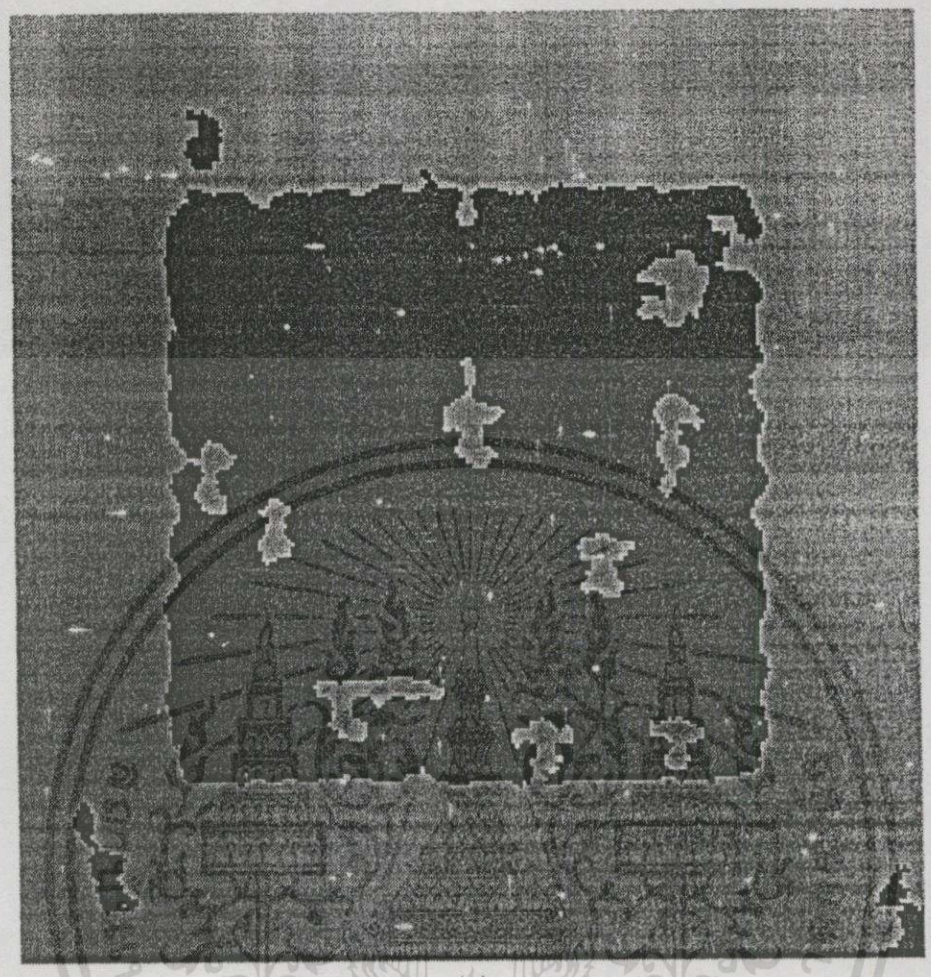
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้


Page segmentation using texture analysis 767

not change over time. This assumption ma
when surfaces are covered with a high-contr
frequency texture [7]. Practical experience
shown th 哥 loes ch
motion [不一會兒，他們再度登機， his prol
use edge 途休息站派翠亞特・希爾斯著 essing t
that rema 個行程由凡庫佛探險團安排， hus, in
theory, i 花三天時間，旅費三萬五千美 as being
the geom 到南極旅行已蔚爲風潮。去 motion
to contai 七千兩百人造訪南極大陸，親 pe infor
When 以南極半島爲主。現在由於往 uch as
observer' 空路線的開放，南極不再像過 overall
this view per, hov
that intensity information is sometimes even
than geometric distortion when estimating

รูปที่ 2.1 แสดงภาพเอกสารต้นฉบับภาษาอังกฤษผสมกับภาษาจีน ภาพเอกสารมีขนาด 253*253 จุดความละเอียดที่ 100 จุดต่อนิ้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.2 แสดงผลของการแบ่งแยกระหว่างภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษกับภาพตัวอักษรภาษาจีนจากภาพเอกสารที่ 2.1

จากผลการทดลองพบว่าสามารถนำมาแยกภาพตัวอักษรที่เป็นภาษาอังกฤษและภาพตัวอักษรที่เป็นภาษาจีนได้ โดยในส่วนของบทผลการทดลองได้กล่าวถึงในส่วนของการแยกแยะภาษา (language separation) ว่าในภาษาหนึ่งอาจมีความแตกต่างจากอีกภาษาหนึ่ง โดยความแตกต่างอาจเป็นความแตกต่างที่รูปแบบตัวอักษรเดี่ยว ความแตกต่างของการรวมตัวอักษรเป็นคำ หรือความแตกต่างของการรวมคำเป็นประโยค ฯลฯ

สำหรับภาพการเขียนภาษาจีนโดยปกติจะเขียนเป็นแถวในแนวตั้งจากบนลงล่างซึ่งแต่ละแถวจะขนานกัน ขนาดความกว้างของแต่ละแถวจะมีขนาดที่เท่ากัน ความห่างของแต่ละแถวจะมีขนาดเท่ากัน ภาพตัวอักษรแต่ละตัวมีความซับซ้อนมากกว่าภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ และการเขียนภาษาจีนจะไม่มีการเว้นวรรคระหว่างตัวอักษรนอกเสียจากมีการนำเครื่องหมายพิเศษมาใช้ในการแยกวรรค จากข้อวิเคราะห์ที่กล่าวมาดังข้างต้น เมื่อนำมาใช้การวิเคราะห์จากพื้นผิว (texture

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

analysis) ทำให้คุณสมบัติของภาษาจีนมีความแตกต่างกับคุณสมบัติของภาษาอังกฤษ จากเหตุข้างต้นจึงทำให้งานวิจัยนี้สามารถที่จะแยกภาพตัวอักษรภาษาจีนและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษออกจากกันดังรูปที่ 2.1และรูปที่ 2.2

จากงานวิจัยของ Chularat Tanprasert และ Sutat Sae-Tang[5] ที่ได้ทำการตีพิมพ์จากวารสาร IEEE หน้าที่ IV-336 – IV-339 ปี ค.ศ.1999 เป็นงานวิจัยที่ชื่อว่า Thai type style recognition งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะทำการบอกลักษณะของรูปแบบตัวอักษรว่าเป็นลักษณะแบบใดแล้วนำไปแสดงให้ตรงกับลักษณะที่ตรวจสอบได้ในผลลัพธ์ของการทำ Thai OCR เนื่องจากโดยปกติการผลลัพธ์ที่ผ่านการทำ Thai OCR จะแสดงเพียงตัวอักษรแบบปกติเท่านั้นไม่ว่าภาพตัวอักษรต้นฉบับจะเป็นภาพตัวอักษรลักษณะใดก็ตาม ในงานวิจัยนี้ได้นำ Neuron Networks มาใช้ในการหาลักษณะของรูปแบบตัวอักษร ได้มีการแบ่งลักษณะของรูปแบบตัวอักษรออกเป็น 4 ลักษณะดังนี้ 1. รูปแบบตัวอักษรลักษณะแบบธรรมดา 2. รูปแบบตัวอักษรลักษณะแบบหนา 3. รูปแบบตัวอักษรลักษณะแบบเอียง 4. รูปแบบตัวอักษรลักษณะแบบหนาและเอียง โดยงานวิจัยนี้ครอบคลุมรูปแบบตัวอักษรในระบบปฏิบัติการวินโดว์ด้วยกันถึง 8 รูปแบบ (AngsanaUPC (AS), BrowalliaUPC (BW), CordiaUPC (CD), DialleniaUPC (DL), EucrosiaUPC (EC), FreesiaUPC (FS), IrisUPC (IR), JasmineUPC (JM)) ผลของการทดสอบแสดงดังตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 แสดงผลอัตราการรู้จำของรูปแบบตัวอักษรทั้ง 8 รูปแบบ

Data	Recognition Rate (%)				
	N	B	*I*	*B&I*	AVG
Training Set	95.4	97.8	98.2	96.7	97.0
Validation Set	93.5	97.2	96.6	95.6	95.7

จากตารางแสดงผลของการทดสอบพบว่า ในกรณีที่ทำการทดสอบกับชุดของรูปแบบตัวอักษรทั้ง 8 รูปแบบตัวอักษร เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจหาลักษณะรูปแบบของตัวอักษรมีความถูกต้องเฉลี่ยต่ำสุดที่ 95.70 เปอร์เซ็นต์ และความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดที่ 97.00 เปอร์เซ็นต์ ในกรณีทำการทดสอบกับเอกสารจริง เปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการตรวจหาลักษณะรูปแบบของตัวอักษรมีความถูกต้องเฉลี่ยต่ำสุดที่ 91.75 เปอร์เซ็นต์ และความถูกต้องเฉลี่ยสูงสุดที่ 95.44 เปอร์เซ็นต์ ดังแสดงในตารางที่ 2.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.2 แสดงผลอัตราการรู้จำตัวอักษรเมื่อทำการทดสอบกับเอกสารตัวอย่าง

File Name	DPI	Number of Character	Average Recognition Rate (%)
Test1	200	263	91.75
Test2	300	263	95.44
Test3	400	512	93.55
Test4	200	512	91.99
Test5	300	1437	94.43
Test6	400	1437	92.69

จากตารางจะเห็นได้ว่าเมื่อนำมาทดสอบกับเอกสารจริงค่าความถูกต้องในการตรวจสอบลักษณะของรูปแบบตัวอักษรลดลงแต่ยังอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ ในส่วนบทสรุปของงานวิจัยกล่าวว่า เทคนิคที่นำเสนอนี้ถูกนำไปประยุกต์ใช้สำหรับดำรงลักษณะของรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยจากภาพเอกสารต้นฉบับไปสู่ผลลัพธ์ที่เป็นแฟ้มข้อความได้อย่างถูกต้องตรงตามลักษณะรูปแบบตัวอักษร จะมีการนำจำนวนขาของตัวอักษรไปใช้ในขั้นตอนการแบ่งแยกอย่างหยาบโดยมีการแบ่งตัวอักษรทั้งหมดไปยังกลุ่ม 3 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ 1 จำนวนขาตัวอักษร 1 ขาตัวอักษร กลุ่มที่ 2 จำนวนขาตัวอักษร 2 ขาตัวอักษร และกลุ่มที่ 3 จำนวนขาตัวอักษรมากกว่า 2 ขาตัวอักษร หลังจากนั้นนำกลุ่มใดกลุ่มหนึ่งไปทำการแบ่งแยกโดยใช้ 2 คุณลักษณะหลัก ซึ่งก็คือการตรวจสอบความหนาของตัวอักษร (thickness) และการตรวจสอบความลาดเอียงของภาพตัวอักษรแต่ละตัว (inclination of character image) ซึ่งหลังจากที่มีการแบ่งกลุ่มของตัวอักษรออกเป็นกลุ่มๆ และมีการทำการแบ่งแยกโดยใช้ 2 คุณลักษณะหลัก เมื่อนำมาทดสอบกับเอกสารที่ไม่เคยเห็นมาก่อน จะให้ผลการรู้จำเฉลี่ย (average recognition) ที่ 93.31 เปอร์เซ็นต์ ดังนั้นผลการทดสอบนี้จึงเป็นสิ่งยืนยันได้ว่าเทคนิคที่นำเสนอนี้สามารถนำมาใช้ในการหาลักษณะรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยได้ดี ตัวอย่างของผลการทดสอบงานวิจัยนี้แสดงดังรูปที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

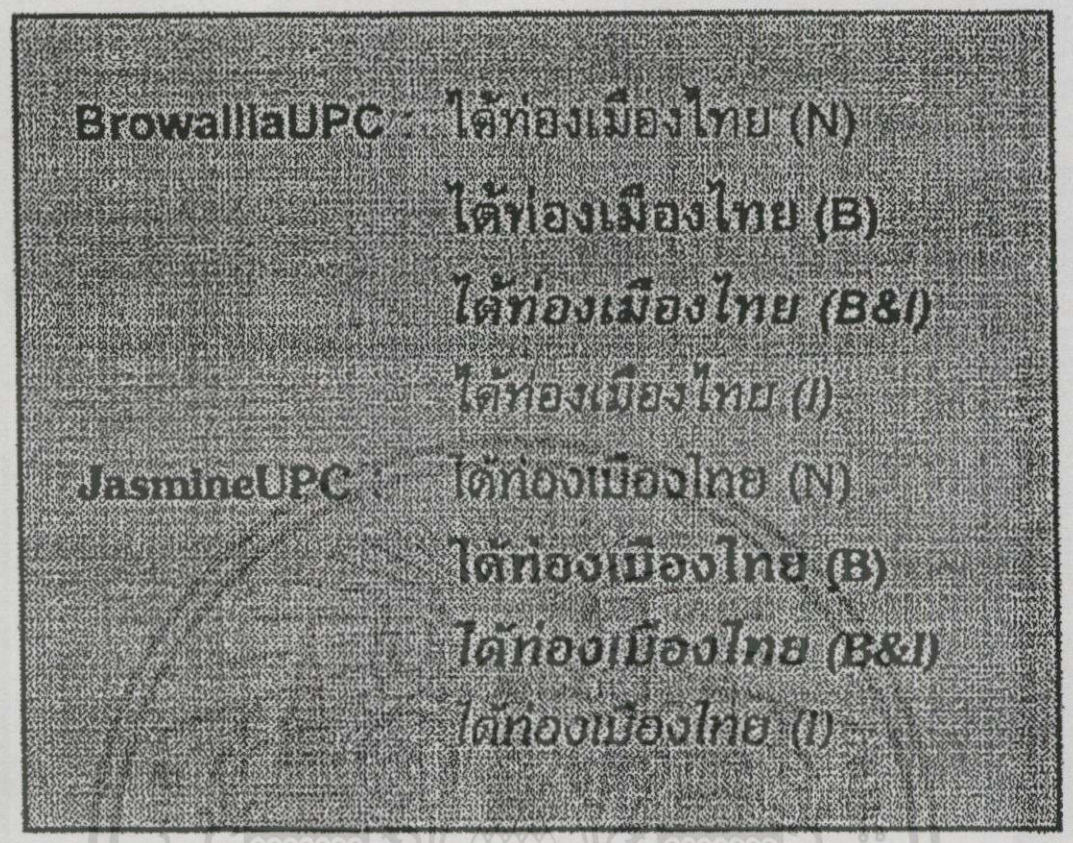


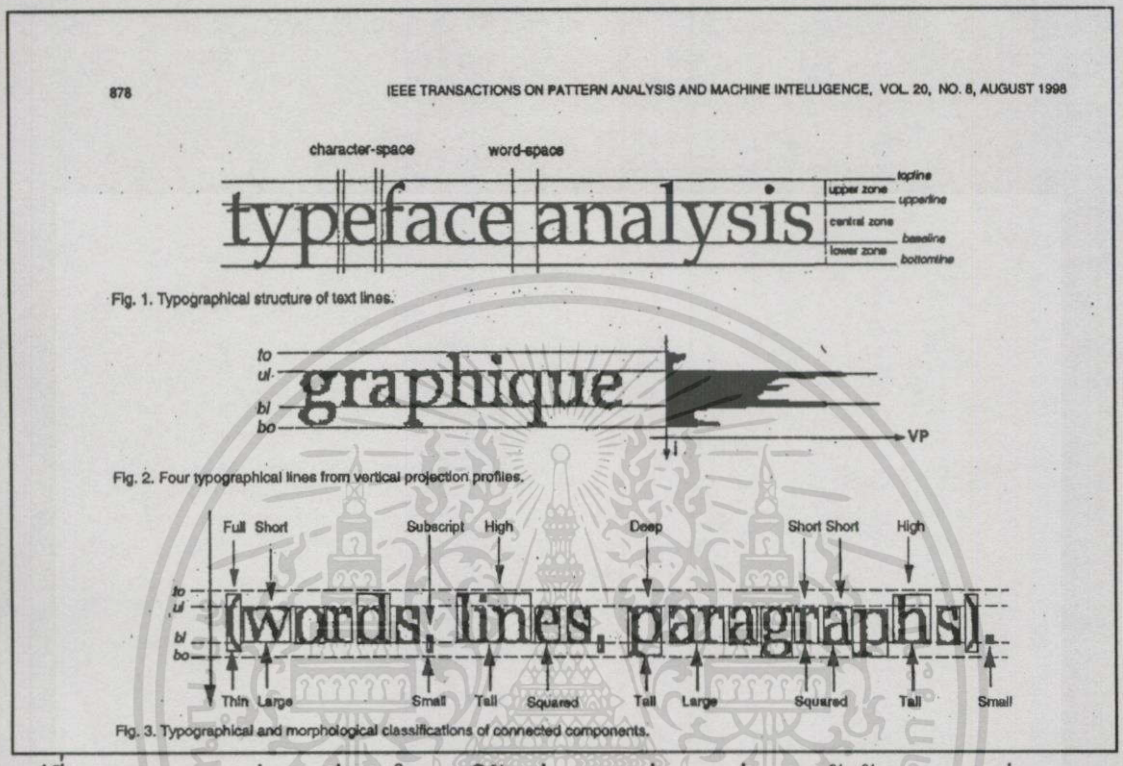
Figure 5. Examples of the experimented Thai typed fonts

รูปที่ 2.3 แสดงผลตัวอย่างของการทดสอบในงานวิจัย

จากงานวิจัยของ Abdelwahab Zramdini และ Rolf Ingold[6] ที่ได้ทำการตีพิมพ์จากวารสาร IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence ฉบับที่ 20 ลำดับที่ 8 หน้าที่ 877-882 ปี ค.ศ.1998 เป็นงานวิจัยที่ชื่อว่า Optical Font Recognition Using Typographical Feature งานวิจัยนี้มีจุดประสงค์เพื่อที่จะบ่งบอกถึงรูปร่างหน้าตาของตัวพิมพ์ (typeface) ความหนา-บางของตัวพิมพ์ (weight) ความกว้างของตัวพิมพ์ (width) ความลาดเอียงของตัวพิมพ์ (slope) และขนาดของตัวพิมพ์จากภาพตัวอักษรโดยไม่มีการทราบรายละเอียดของภาพตัวอักษรมาก่อน งานวิจัยนี้ได้มีการนำ multivariate Bayesian classifier เข้ามาใช้ในการรู้จำตัวอักษร โดยได้ครอบคลุมรูปแบบของตัวอักษรมากถึง 280 รูปแบบตัวอักษร งานวิจัยนี้ได้ยกตัวอย่างความหมายของสิ่งที่ต้องการหา 5 อย่าง ดังนี้ รูปร่างหน้าตาของตัวพิมพ์ (typeface) แบ่งออกเป็น Times, Courier, Helvetica, etc. ความหนา-บางของตัวพิมพ์ (weight) แบ่งออกเป็น light, regular, demi, bold และ heavy ความกว้างของตัวพิมพ์ (width) แบ่งออกเป็น normal, expended และ condensed ความลาดเอียงของตัวพิมพ์ (slope)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบ่งออกเป็น roman และ italic ในส่วนของขนาดของตัวพิมพ์ (size) ไม่มีการอธิบายไว้ในงานวิจัย แต่คาดว่าจะเป็น small, tall, large และ squared อธิบายดังรูปที่ 2.4



รูปที่ 2.4 แสดงการแบ่งแยกต่างๆ ในงานวิจัย เช่น ความห่างระหว่างภาพตัวอักษร ความห่างระหว่างคำ ตำแหน่งต่างๆ ภายในบรรทัด การแบ่งชนิดภาพตัวอักษรออกเป็น FULL, SHORT, SQUARED เป็นต้น

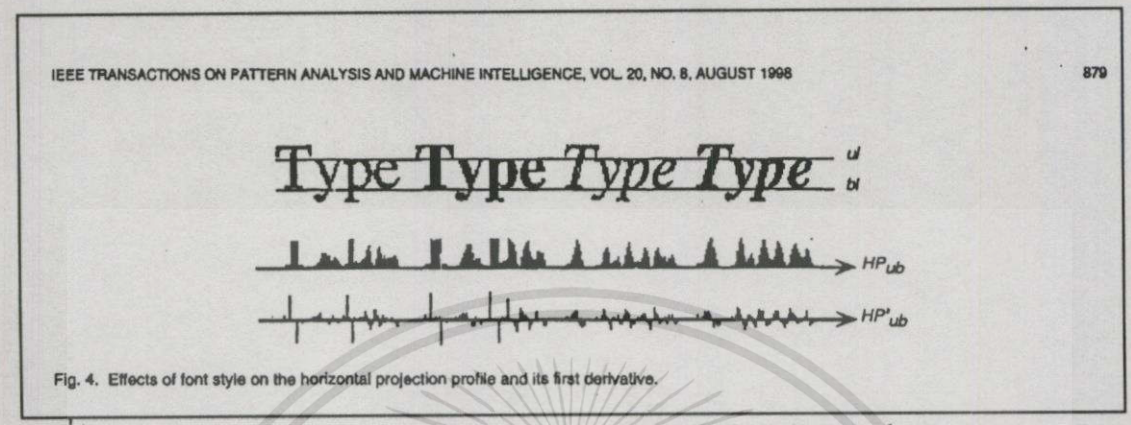
วิธีการรู้จำตัวอักษรของงานวิจัยนี้มีชื่อว่า *ApOFIS* (A priori Optical Font Identification System) ผู้เขียนได้นำ feature ที่ใช้ในงานวิจัยนี้บางส่วนไปทำการทดลองและปรับปรุงเพื่อใช้ในการหาลักษณะของตัวอักษรภาษาไทย คือ การตรวจหาความหนา-บางและความลาดเอียงของภาพตัวอักษร (Weight and slope detection)

การตรวจหาความหนา-บางของภาพตัวพิมพ์ (weight detection) ทำได้โดยการตรวจหาความหนาแน่นของจุดสีดำในภาพตัวอักษร ดังนั้นภาพตัวอักษรตัวพิมพ์หนาจะมีจำนวนจุดสีดำมากกว่าภาพตัวอักษรตัวพิมพ์ปกติ

การตรวจหาความลาดเอียงของภาพตัวอักษร (slope detection) หากพิจารณาภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะแบบเอียง และลักษณะแบบปกติ พบว่าหากสังเกตและทำฮีสโตรแกรมตามแนวขวางภาพตัวอักษรลักษณะปกติ กลุ่มของจุดสีดำที่ผ่านการทำฮีสโตรแกรมจะเป็นลักษณะตั้งขึ้น (upright) และจะมีจุดยอดที่สูง (tall peaks) ในส่วนของภาพตัวอักษรลักษณะแบบเอียง กลุ่มของจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สีดำที่ผ่านการทำฮีสโตรแกรมจะมีจุดยอดที่สูงน้อยกว่า และมีระดับความสูงไล่เลี่ยกันจนดูเหมือนว่าเป็นลักษณะโค้ง ดังรูปที่ 2.5



รูปที่ 2.5 แสดงผลการทำฮีสโตรแกรมในแนวนอนของภาพตัวอักษรลักษณะต่างๆ

จากผลการทดสอบในงานวิจัยนี้ บ่งบอกถึงความสามารถในการตรวจสอบลักษณะต่างๆ ของตัวอักษรตัวพิมพ์ได้ถูกต้องโดยเฉลี่ยถึง 97 เปอร์เซ็นต์เมื่อเอกสารต้นฉบับเป็นภาพเอกสารที่มีคุณภาพสูง นอกจากนั้นยังมีสรุปความถูกต้องในการรู้จำของคุณลักษณะต่างๆ ดังตารางที่ 2.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.3 แสดงผลการทดสอบทั้งหมดกับตัวอักษร 280 รูปแบบตัวอักษร

		Font	Typeface	Size	Weight	Slope
Seriffed typefaces						
Palatino	PL	97.46	97.82	98.25	99.78	99.86
New-Century-Schlbk	NC	96.62	97.93	97.67	99.63	99.92
Lucida-Bright	LB	95.27	95.81	95.30	99.94	100
Times	TM	92.87	93.72	93.49	99.88	99.94
Sanseriff typefaces						
Helvetica-Black	HB	99.84	99.99	99.88	99.95	100
Avant-Garde	AG	99.58	99.77	99.66	99.85	99.95
Helvetica	HV	99.44	99.68	99.61	99.97	100
Lucida-Sans	LS	91.26	91.57	99.04	99.95	100
Typewriter typefaces						
Courier	CR	99.30	99.97	99.35	100	99.95
Lucida-Sans-Typewriter	LT	97.16	97.20	99.88	100	100
average		96.91	97.35	98.22	99.90	99.97

จากตารางผลการทดสอบพบว่าในส่วนของการหาความหนา-บางและความลาดชันของภาพตัวอักษรตัวพิมพ์มีเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องโดยเฉลี่ยสูงมากคือ 99.90 เปอร์เซ็นต์ และ 99.97 เปอร์เซ็นต์ ตามลำดับ

2.2 โครงสร้างของตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษ

โครงสร้างของตัวอักษรภาษาไทยประกอบด้วย พยัญชนะ 44 ตัว สระ 32 ตัว และสัญลักษณ์ระดับเสียง 6 ตัว ดังตารางที่ 2.4

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 2.4 แสดงตัวอักษรภาษาไทยในระดับต่างๆ

ระดับ	ตัวอักษร สระ และสัญลักษณ์เสียง
ระดับเสียง	่ ้ ๊ ๋
ระดับบน	ิ ี ึ ื ็ ์ ๎
ระดับกลาง	ก ข ฃ ค ฅ ฆ ง จ ฉ ช ซ ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร ล ห ว ส ศ ษ ฬ อ ฮ ะ า เ แ ไ ๅ ๆ
ระดับล่าง	ุ ู “ส่วนล่างของ ญ” “ส่วนล่างของ ฐ”

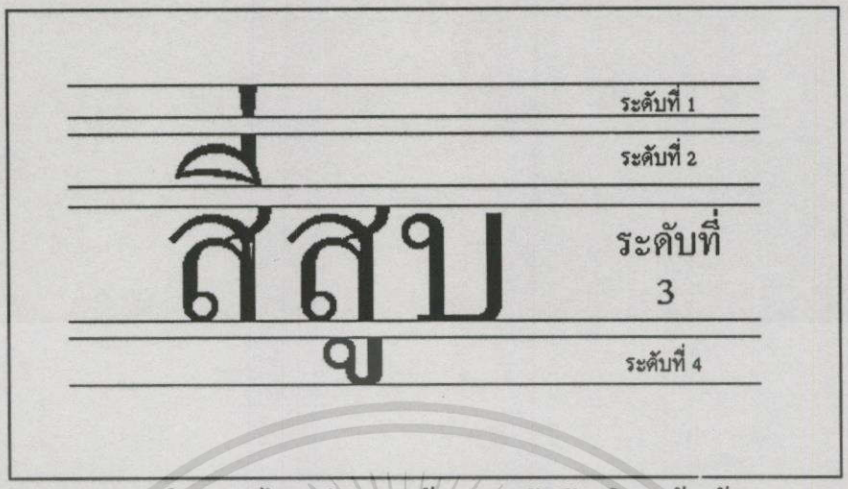
โครงสร้างของตัวอักษรภาษาอังกฤษประกอบด้วยตัวอักษร 26 ตัวอักษร แต่เนื่องจากว่าตัวอักษรภาษาอังกฤษมีการแยกตัวอักษรว่าเป็นตัวอักษรตัวพิมพ์เล็ก และตัวอักษรตัวพิมพ์ใหญ่ ดังนั้นจึงมีตัวอักษรทั้งหมด 52 ตัวอักษร ดังตารางที่ 2.5

ตารางที่ 2.5 แสดงตัวอักษรภาษาอังกฤษตัวพิมพ์เล็กและตัวพิมพ์ใหญ่ทั้งหมด

ตัวอักษรพิมพ์เล็ก	a b c d e f g h i j k l m n o p q r s t u v w x y z
ตัวอักษรพิมพ์ใหญ่	A B C D E F G H I J K L M N O P Q R S T U V W X Y Z

ในรูปแบบการเขียนของภาษาอังกฤษจะเขียนเป็นคำๆ ไป มีเครื่องหมายจุด “.” เป็นตัวชี้บอกว่าจบประโยค ส่วนรูปแบบการเขียนของภาษาไทยจะนิยมเขียนติดกันเป็นประโยค การจบประโยคจะมีวรรคเป็นตัวกั้น ประโยคจะประกอบด้วยคำที่เขียนมากกว่า 1 คำขึ้นไป แต่การเขียนของภาษาไทยที่เขียนเพียงคำๆ เดียวก็มีด้วย ดังนั้นจึงพิจารณาที่การเขียนเป็นคำของในแต่ละภาษาว่ามีความแตกต่างกันอย่างไรทั้งทางด้านของส่วนประกอบคำและวิธีการเขียน รวมถึงลักษณะพิเศษของตัวอักษรที่ในภาษานั้นๆ มี พิจารณาที่ส่วนประกอบของคำ ส่วนประกอบของคำในภาษาไทยจะมีระดับของตัวอักษรมากที่สุด 4 ระดับคือ 1.ระดับเสียง 2.ระดับสระบน 3.ระดับกลางซึ่งจะเป็นระดับของตัวอักษร 4.ระดับสระล่าง ดังรูปที่ 2.6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.6 แสดงระดับของคำในภาษาไทย ประกอบด้วย 4 ระดับดังอธิบายข้างต้น

ส่วนประกอบของคำในภาษาอังกฤษจะมีระดับของตัวอักษรมากที่สุด 2 ระดับคือ 1.ระดับบน ซึ่งจะมีเพียง จุดของตัวอักษร " i " และจุดของตัวอักษร " j " เพียง 2 ตัวเท่านั้น 2.ระดับกลางซึ่งเป็นระดับของตัวอักษร ดังรูปที่ 2.7

รูปที่ 2.7 แสดงระดับของคำในภาษาอังกฤษ ประกอบด้วย 2 ระดับดังอธิบายข้างต้น

ในงานวิจัยนี้จะมีการเปลี่ยนแปลงระดับของภาษาไทยจากเดิมมี 4 ระดับให้เหลือเพียง 3 ระดับ ซึ่งประกอบด้วย 1.ระดับบน เป็นระดับที่รวมทั้งระดับที่เป็นระดับเสียงและระดับที่เป็นระดับสระบน 2.ระดับกลาง เป็นระดับของตัวอักษร 3.ระดับล่าง เป็นระดับของสระล่างในภาษาไทย ดังรูปที่ 2.8 ส่วนระดับของภาษาอังกฤษยังคงไม่มีการเปลี่ยนแปลง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 2.8 แสดงระดับของคำในภาษาไทย ประกอบด้วย 3 ระดับดังอธิบายข้างต้น

แนวทางการวิเคราะห์และการแบ่งแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือเป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษนั้น จะต้องอาศัยวิธีการหลายวิธีร่วมกัน เช่นการหาค่าฮีสโตรแกรม การหาลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรในภาษาไทยและตัวอักษรในภาษาอังกฤษ การวิเคราะห์รูปแบบการเขียนของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ เป็นต้น ซึ่งวิธีการต่างๆ นี้จำเป็นจะต้องทำในรูปแบบของรูปภาพบิตแมพที่เป็นข้อมูลที่นำเข้ามาทำการแยกว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องรู้ถึงการจัดเก็บภาพในรูปแบบของบิตแมพด้วย

2.3 รูปแบบการจัดเก็บภาพแบบบิตแมพ

รูปภาพแบบบิตแมพเป็นรูปภาพที่เป็นแบบไบนารีคือรูปภาพชนิดนี้มีการจัดเก็บเพียง 1 บิต ค่าของภาพมีเพียง “0” กับ “1” เท่านั้น ดังนั้นภาพที่เป็นบิตแมพจึงเป็นภาพขาว-ดำ ข้อดีของการจัดเก็บภาพรูปแบบบิตแมพคือขนาดของภาพจะมีขนาดเล็ก แต่ข้อเสียคือจะเป็นภาพขาว-ดำ เท่านั้น รูปแบบส่วนแรกของการจัดเก็บภาพบิตแมพแสดงในภาคผนวก ก

2.4 การหาค่าฮีสโตรแกรมของภาพตัวอักษร

การหาค่าฮีสโตรแกรมโดยทั่วไปสามารถแบ่งได้เป็น 2 แบบ คือ การหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวตั้ง (Vertical projection) และการหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวนอน Horizontal projection) ในแต่ละรูปแบบสามารถเขียนเป็นสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Horizontal projection $yHis(y) = \sum_{x=0}^{x=X\,max} p(x,y)$

Vertical projection $xHis(x) = \sum_{y=0}^{y=Y\,max} p(x,y)$

เมื่อ P(x,y) เป็นตำแหน่งของจุดภาพ Xmax เป็นความกว้างของภาพ และ Ymax เป็นความสูงของภาพ

ในการหาฮีสโตรแกรมในแต่ละรูปแบบนั้นสามารถนำมาประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย ในงานวิจัยต่างๆ ที่เกี่ยวข้องกับภาพตัวอักษร มีการนำการหาค่าฮีสโตรแกรมทั้ง 2 รูปแบบมาใช้งานด้วยซึ่งแล้วแต่ว่าผู้ทำการวิจัยจะนำไปใช้ในงานใด ดังนั้นจึงยกตัวอย่างการนำการหาค่าฮีสโตรแกรมทั้ง 2 รูปแบบ ที่ได้นำไปใช้ในงานวิจัยอื่นๆ ที่ได้พบมา เช่น การหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวนอน ใช้ในการแบ่งบรรทัดภาพตัวอักษรในเอกสาร[1][2][3] หรือนำมาหาระดับของภาพตัวอักษรของคำหรือประโยคภายในบรรทัดเดียวกัน การหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวนอน ใช้สำหรับการแยกภาพตัวอักษรออกเป็นภาพตัวอักษรเดี่ยวๆ หรืออาจใช้ในการแบ่งคำ หรือแบ่งวรรคของประโยค

ในการที่จะนำค่าของฮีสโตรแกรมที่ได้มาใช้ในการแบ่งบรรทัดหรือใช้ในการแยกภาพตัวอักษรออกที่ละภาพตัวอักษรนั้นจำเป็นจะต้องมีการนำเงื่อนไขอื่นๆ มาร่วมใช้ในการตัดสินใจด้วย ซึ่งเงื่อนไขนั้นไม่จำเป็นจะต้องเป็นเงื่อนไขเดียวกันเพื่อให้ได้ผลลัพธ์เดียวกัน โดยเงื่อนไขถูกกำหนดโดยผู้ทำงานวิจัยแต่ละคน ดังนั้นการผลลัพธ์เดียวกันอาจมีความถูกต้องไม่เท่ากันรวมถึงความยืดหยุ่นและระยะเวลาที่ใช้ด้วย

ในงานวิจัยนี้ได้นำการทำฮีสโตรแกรมมาใช้ในการหาลักษณะของแบบอักษร (style) โดยนำการหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวตั้งมาใช้กับภาพตัวอักษรในระดับกลางภาษาไทยทีละภาพตัวอักษรแล้วนำค่าที่ได้มาใช้เป็นค่าตัวแปรในการตัดสินใจว่าภาพตัวอักษรภาษาไทยที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นลักษณะของแบบอักษรแบบใดร่วมกับค่าตัวแปรอื่นๆ รายละเอียดในการหาลักษณะของแบบอักษรอธิบายในบทที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3

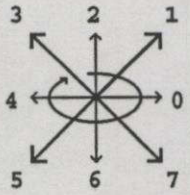
การหาภาพตัวอักษรภายในภาพเอกสารและการหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษร

การหาภาพตัวอักษรเป็นส่วนหนึ่งที่สำคัญ เพราะถ้ามีการหาภาพตัวอักษรผิด หรือไม่ตรงกับภาพตัวอักษรในภาพเอกสารต้นฉบับอาจจะทำให้การแบ่งแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษผิดไปจากความเป็นจริง ดังนั้นงานวิจัยนี้จึงให้ความสำคัญกับการหาภาพตัวอักษรภายในภาพเอกสาร

3.1 การหาภาพตัวอักษรภายในภาพเอกสาร

ภาพตัวอักษรคือ pixel สีดำที่มีตำแหน่งพิกัดติดต่อกัน ซึ่งภายใน pixel สีดำที่มีตำแหน่งพิกัดติดต่อกันนั้นอาจมี pixel สีขาวอยู่ภายในหรือไม่มีอยู่ก็ได้ ภาพเอกสารต้นฉบับอาจไม่ได้ประกอบด้วยภาพตัวอักษรเพียงอย่างเดียว อาจประกอบด้วยภาพตัวเลข ภาพสัญลักษณ์ และภาพรูปต่างๆ ซึ่งในการหาภาพตัวอักษร ภาพตัวเลขและภาพสัญลักษณ์ สามารถใช้วิธีการหารูปแบบเดียวกันได้ แต่รูปภาพต่างๆ อาจไม่สามารถใช้วิธีการหาแบบเดียวกันนี้ได้ จึงไม่ขอกล่าวถึงการหารูปภาพต่างๆ ภายในภาพเอกสาร

วิธีการหาภาพตัวอักษรภายในภาพเอกสาร ซึ่งจะรวมถึงภาพตัวเลขและภาพสัญลักษณ์ต่างๆ ภายในภาพเอกสารด้วย ในขั้นตอนแรกจะต้องทำการหาค่าของ pixel สีดำเสียก่อนว่ามีค่าเป็นเท่าใด เมื่อได้ค่านั้นมาแล้วจะกำหนดให้เป็น black เพื่อที่จะสะดวกในการนำมากล่าวถึงในขั้นตอนต่อไป จากนั้นจะเริ่มทำการหาภาพตัวอักษรโดยจะเริ่มเดินหาที่ละ pixel ในภาพเอกสาร โดยอาจเริ่มจากบนไปล่างและจากซ้ายไปขวา หรืออาจเริ่มจากล่างขึ้นบนก็ได้เช่นกัน ในที่นี้เริ่มจากบนไปล่างและจากซ้ายไปขวา เมื่อพบ pixel ที่มีค่าเท่ากับ black แล้วจะทำการหา pixel ที่มีค่าเท่ากับ black รอบๆ pixel ที่พิจารณาอยู่ โดยการหาจะหาใน 8 ทิศทางโดยวนตามเข็มนาฬิกาดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 แสดงทิศทั้ง 8 ของฟรีแมนพร้อมทิศทางในการเดิน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

43723

ในขณะที่เดินไปรอบๆ pixel ที่เป็นขอบภาพตัวอักษร อาจจะมีการเปลี่ยนแปลงค่าของ pixel ที่เป็นขอบภาพตัวอักษร โดยการเปลี่ยนแปลงค่าของ pixel ที่เป็นขอบภาพตัวอักษรนั้นจะมีการนำรหัสทิศทางของฟรีแมนมาใช้ประกอบการเปลี่ยนแปลงด้วย รหัสที่จะถูกนำไปใช้[7] [8] ในการเปลี่ยนขอบภาพตัวอักษรประกอบไปด้วย

รหัส "1" แทนส่วนของ pixel ที่เป็นเนื้อของภาพตัวอักษร หรือเป็น pixel ที่อยู่ระหว่างขอบด้านซ้ายของภาพตัวอักษรและขอบด้านขวาของภาพตัวอักษร

รหัส "2" แทนส่วนของ pixel ที่เป็นขอบทางด้านซ้ายของภาพตัวอักษร

รหัส "3" แทนส่วนของ pixel ที่เป็นขอบทางด้านขวาของภาพตัวอักษร

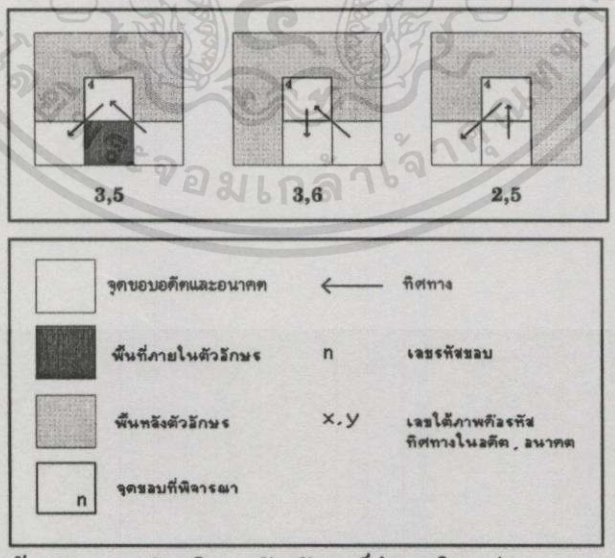
รหัส "4" แทนส่วนของ pixel ที่เป็นจุดพิเศษ ได้แก่ จุดปลายมุมบนของภาพตัวอักษร จุดปลายมุมล่างของภาพตัวอักษร และเนื้อของภาพตัวอักษรที่มีความกว้างเท่ากับ 1 pixel

เหตุผลที่ต้องมีการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเพื่อที่จะทำให้ทราบว่า จุดที่พิจารณาอยู่นั้นอยู่ในส่วนใดของภาพ และเพื่อที่จะสามารถนำไปใช้ในการดึงภาพตัวอักษรออกจากภาพเอกสาร

เงื่อนไขในการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษร

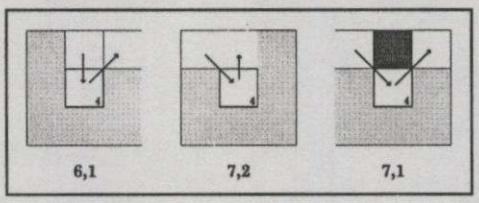
1. กรณีที่เป็นจุดปลายมุมบนของภาพตัวอักษร และปลายมุมด้านล่างของภาพตัวอักษร

ในกรณีนี้จะทำการเปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษรไปเป็นรหัส "4" ประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคตดังรูปที่ 3.2 และรูปที่ 3.3



รูปที่ 3.2 แสดงมุมปลายด้านบนและคำอธิบายสัญลักษณ์ต่างๆ ในรูปภาพ

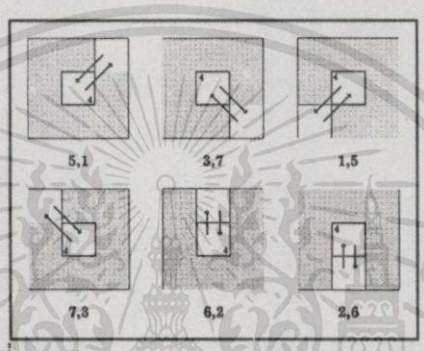
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 แสดงมุมปลายด้านล่าง

2. กรณีที่เป็นจุดปลายของเนื้อภาพตัวอักษร

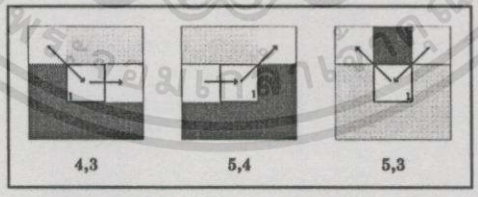
ในกรณีนี้จะทำการเปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษรไปเป็นรหัส "4" ประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคต ดังรูปที่ 3.4



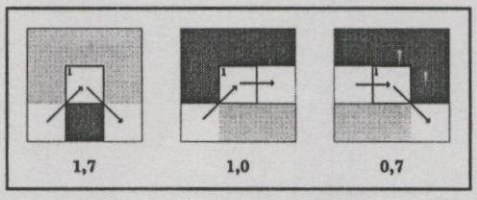
รูปที่ 3.4 แสดงจุดปลายที่มีการเปลี่ยนรหัส

3. กรณีที่เป็นจุดมุมส่วนเว้าด้านบนของภาพตัวอักษรและเว้าด้านล่างของภาพตัวอักษร

ในกรณีนี้จะไม่ทำการเปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษร ยังคงรหัส "1" ไว้เหมือนเดิมประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคตดังรูปที่ 3.5 และรูปที่ 3.6



รูปที่ 3.5 แสดงมุมเว้าด้านบน

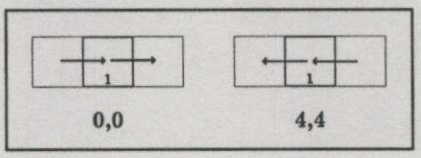


รูปที่ 3.6 แสดงมุมเว้าด้านล่าง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. กรณีจุดขอบในแนวนอนของภาพตัวอักษร

ในกรณีนี้จะไม่ทำการเปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษร ยังคงรหัส "1" ไว้เหมือนเดิมประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคตดังรูปที่ 3.7

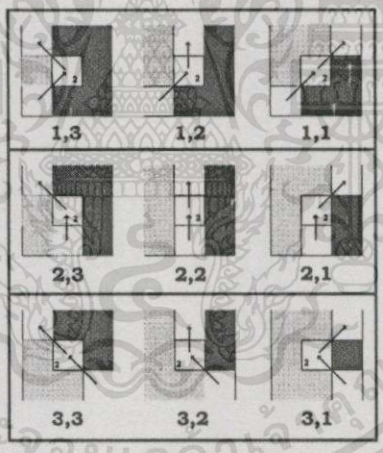


รูปที่ 3.7 แสดงขอบในแนวนอน

5. กรณีจุดขอบในแนวตั้งของภาพตัวอักษร

ในกรณีนี้แบ่งการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็น 2 รหัส คือรหัส "2" แทนขอบทางด้านซ้ายของภาพตัวอักษร และรหัส "3" แทนขอบทางด้านขวาของภาพตัวอักษร

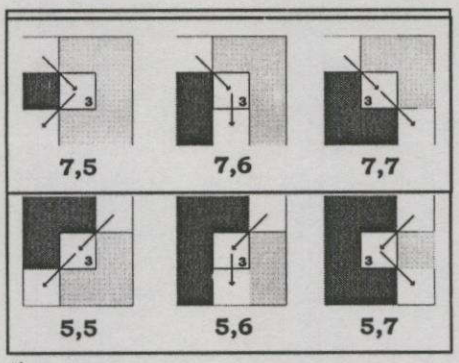
5.1 ในกรณีที่เปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษรไปเป็นรหัส "2" ประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคต ดังรูปที่ 3.8



รูปที่ 3.8 แสดงขอบทางด้านซ้าย

5.2 ในกรณีที่เปลี่ยนค่าขอบภาพตัวอักษรไปเป็นรหัส "3" ประกอบด้วยทิศทางในอดีตและอนาคต ดังรูปที่ 3.9

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.9 แสดงขอบทางด้านขวา

6. กรณีที่จุดขอบด้านซ้าย (รหัส "2") ของภาพตัวอักษร ประกอบด้วยทิศทางในอนาคตคือ ทิศรหัส "5" ทิศรหัส "6" ทิศรหัส "7" และทิศรหัส "0" โดยไม่ตกอยู่ในเงื่อนไขกรณีที่ 1-5

6.1 ในกรณีนี้แบ่งการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็น 2 รหัส คือรหัส "2" แทนขอบทางด้านซ้ายของภาพตัวอักษร และรหัส "4" แทนจุดมุมปลายด้านบนของภาพตัวอักษร

6.2 รหัสขอบภาพตัวอักษรเดิมเป็นรหัส "1" จะเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็นรหัส "2"

6.3 รหัสขอบภาพตัวอักษรเดิมเป็นรหัส "3" จะเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็นรหัส "4"

7. กรณีที่จุดขอบด้านขวา (รหัส "3") ของภาพตัวอักษร ประกอบด้วยทิศทางในอนาคตคือ ทิศรหัส "1" ทิศรหัส "2" ทิศรหัส "3" และทิศรหัส "4" โดยไม่ตกอยู่ในเงื่อนไขกรณีที่ 1-5

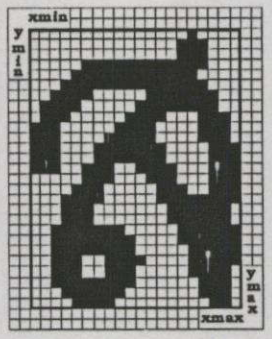
7.1 ในกรณีนี้แบ่งการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็น 2 รหัส คือรหัส "3" แทนขอบทางด้านขวาของภาพตัวอักษร และรหัส "4" แทนจุดมุมปลายด้านล่างของภาพตัวอักษร

7.2 รหัสขอบภาพตัวอักษรเดิมเป็นรหัส "1" จะเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็นรหัส "3"

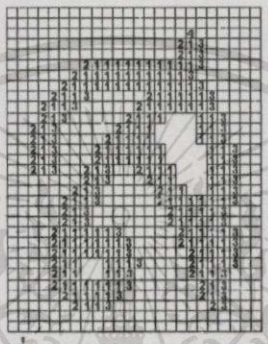
7.3 รหัสขอบภาพตัวอักษรเดิมเป็นรหัส "2" จะเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรเป็นรหัส "4"

การเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรนี้จะทำไปจนรอบภาพตัวอักษรหรืออาจจะกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าจะทำไปจนกว่าจะถึงจุดที่เริ่มทำการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษร และในระหว่างที่ทำการเปลี่ยนแปลงรหัสขอบภาพตัวอักษรนั้นก็จะทำการเปรียบเทียบตำแหน่งพิกัดเพื่อที่จะหาค่าที่ต่ำสุดและสูงสุดของภาพตัวอักษรทางแนวตั้งและทางแนวนอน โดยมีการกำหนดให้ xmin เท่ากับตำแหน่งพิกัดที่มีค่าต่ำสุดทางแนวนอน xmax เท่ากับตำแหน่งพิกัดที่มีค่าสูงสุดทางแนวนอน ymin เท่ากับตำแหน่งพิกัดที่มีค่าต่ำสุดทางแนวตั้ง ymax เท่ากับตำแหน่งพิกัดที่มีค่าสูงสุดทางแนวตั้ง ดังแสดงในรูปที่ 3.10 ภาพตัวอักษรที่มีการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษรแล้วแสดงในรูปที่ 3.11

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.10 แสดงตำแหน่งพิกัดที่มีค่าต่ำสุด สูงสุดของภาพตัวอักษรในแนวตั้งและแนวนอน



รูปที่ 3.11 แสดงภาพตัวอักษรที่มีการเปลี่ยนรหัสขอบภาพตัวอักษร

3.2 การดึงภาพตัวอักษรหรือคัดลอกภาพตัวอักษรและลบภาพตัวอักษรออกจากภาพเอกสารต้นฉบับ

ที่เรียกว่าการดึงภาพตัวอักษรนั้นเนื่องจากว่า จะทำการคัดลอกภาพตัวอักษรในภาพเอกสารที่พิจารณาไปยังภาพเอกสารใหม่ที่ขนาดความกว้างและขนาดความยาวมีขนาดเดียวกันกับภาพเอกสารต้นฉบับ แต่เป็นภาพเอกสารที่ไม่มีภาพตัวอักษรใดเลย โดยจะคัดลอกภาพตัวอักษรไปยังตำแหน่งพิกัดเดียวกันกับที่อยู่ในภาพเอกสารต้นฉบับ เมื่อทำการคัดลอกแล้วจะทำการลบภาพตัวอักษรจากภาพเอกสารเดิมออกโดยการทำการเปลี่ยน pixel สีดำของภาพตัวอักษรที่พิจารณาไปเป็น pixel สีขาวซึ่งเป็นสีเดียวกับสีพื้นภาพเอกสาร จึงเรียกวิธีการนี้ว่าการดึงภาพตัวอักษรออกจากภาพเอกสาร ดังแสดงในรูปที่ 3.12

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.12 แสดงการดึงภาพตัวอักษรจากเอกสารต้นฉบับมาเก็บไว้ยังภาพเอกสารที่สร้างขึ้นใหม่

การคัดลอกภาพตัวอักษรสามารถทำได้โดยนำตำแหน่งพิกัดของภาพตัวอักษรที่พิจารณาซึ่งประกอบด้วย (xmin,xmax,ymin,ymax) มาใช้ในการคัดลอกโดยจะทำการคัดลอกทุกๆ pixel ที่อยู่ภายในตำแหน่งพิกัดในแนวนอนตั้งแต่ xmin จนถึงตำแหน่งพิกัด xmax และจากตำแหน่งพิกัดในแนวตั้งตั้งแต่ ymin จนถึงตำแหน่งพิกัด ymaxของภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่จากภาพเอกสารต้นฉบับไปยังภาพเอกสารที่สร้างขึ้น วิธีการนี้สามารถนำมาใช้ได้ แต่ถ้าเกิดรูปแบบของภาพตัวอักษรเป็นภาพตัวอักษรแบบ *italic* นั่นคือเป็นภาพตัวอักษรแบบตัวเอียง ในแต่ละแบบภาพตัวอักษรจะมีความเอียงในรูปแบบ *itaic* ไม่เท่ากัน ถ้าภาพตัวอักษรมีความเอียงมาก (slope) การคัดลอกแบบนี้จะทำให้การคัดลอกผิดไปเนื่องจากว่าจะทำการคัดลอกส่วนของภาพตัวอักษรถัดไปจากภาพตัวอักษรที่พิจารณาไปด้วยทำให้ภาพตัวอักษรถัดไปจากภาพตัวอักษรที่ทำการพิจารณาอยู่นั้นมีตำแหน่งพิกัดผิดไปจากภาพตัวอักษรต้นฉบับ ซึ่งจะทำให้การบันทึกตำแหน่งพิกัดของภาพตัวอักษรถัดไปผิดพลาด ดังแสดงในรูปที่ 3.13

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 3.13 แสดงภาพตัวอักษรที่มีรูปแบบตัวอักษรเอียง (*italic*)

จากรูปที่ 3.13 จะเห็นได้ว่าภาพตัวอักษร "T" มีตำแหน่ง xmax ที่ซ้อนทับบนภาพตัวอักษร "e" และภาพตัวอักษร "e" มีตำแหน่ง xmin ซ้อนทับบนภาพตัวอักษร "T" ภาพตัวอักษร "t" มีตำแหน่ง xmax ที่ซ้อนทับบนภาพตัวอักษร "e" และภาพตัวอักษร "e" มีตำแหน่ง xmin ซ้อนทับบนภาพตัวอักษร "t" มีการซ้อนกัน จะทำให้ตำแหน่งพิกัดของภาพตัวอักษรผิดพลาดไป เนื่องจากว่าการคัดลอกแบบนี้จะทำการคัดลอกทีละภาพตัวอักษรแล้วทำการลบภาพตัวอักษรนั้นออกจากภาพเอกสารต้นฉบับ แล้วทำการคัดลอกตัวต่อๆ ไป ในรูป3.13นี้ เมื่อมีการคัดลอกและลบภาพตัวอักษร "T" แล้ว จะทำการคัดลอกและลบภาพตัวอักษรต่อไปคือภาพตัวอักษร "e" จะทำให้ภาพตัวอักษร "e" มีตำแหน่งพิกัดผิดไปจากภาพเอกสารต้นฉบับแทนที่จะได้ตำแหน่งพิกัด (e's xmin , e's xmax) ก็จะได้เป็น (T's xmax , e's xmax) แทน เพราะภาพตัวอักษร "e" ที่อยู่ในช่วงระหว่างตำแหน่งพิกัด t's xmin จนถึงตำแหน่งพิกัด t's xmax ถูกลบไปตอนที่มีการคัดลอกและลบภาพตัวอักษร "T"

ดังนั้นในกรณีที่มีการซ้อนกันของภาพตัวอักษร อาจทำให้การแบ่งวรรคภาพตัวอักษรผิดพลาดไป รวมถึงอาจทำให้การแยกว่าภาพตัวอักษรนั้นเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษผิดพลาดไปด้วย

ด้วยเหตุผลที่กล่าวมาจึงไม่นำวิธีการคัดลอกแบบนี้มาใช้แต่จะใช้วิธีการคัดลอกอีกรูปแบบหนึ่ง คือการคัดลอกโดยการนำค่าขอบภาพตัวอักษรเข้ามาใช้เงื่อนไขในการคัดลอก เนื่องจากในการเดินรอบภาพตัวอักษรมีการเปลี่ยนค่าของ pixel ของภาพตัวอักษร โดย pixel มีค่าเป็น "1" "2" "3" และ "4" จึงได้นำเอาค่าของ pixel มาใช้ในการคัดลอกภาพตัวอักษร เงื่อนไขในการคัดลอกภาพตัวอักษรคือ

1. จะทำการคัดลอกภายในตำแหน่งพิกัดต่ำสุดจนถึงสูงสุดในแนวนอนและในแนวตั้งของภาพตัวอักษรที่พิจารณา
2. จะคัดลอกในแนวนอน จากตำแหน่งพิกัด xmin ไปจนถึง xmax โดยจะคัดลอกทีละตำแหน่งพิกัดในแนวตั้งจาก ymin ไปจนถึง ymax

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. จะทำการคัดลอกเมื่อพบตำแหน่งพิกัดเริ่มต้นมีค่าของ pixel เป็น "2" ไปจนถึงตำแหน่งพิกัดของ pixel ที่มีค่าเป็น "3" ในแนวนอน
4. จะทำการคัดลอกที่ละ pixel เมื่อพบ pixel ที่มีค่าเป็น "4"

ในการนำวิธีในการคัดลอกแบบนี้มาใช้ สามารถแก้ไขปัญหาในกรณีที่รูปแบบของภาพตัวอักษรเป็นภาพตัวอักษรแบบ *italic* ที่มีความเอียงมากได้ และทำให้การคัดลอกใช้เวลาน้อยลงเนื่องจากจะทำการคัดลอกเฉพาะส่วนที่เป็นภาพตัวอักษรเท่านั้นจะไม่คัดลอกส่วนที่เป็นสีขาวภายนอกภาพตัวอักษร

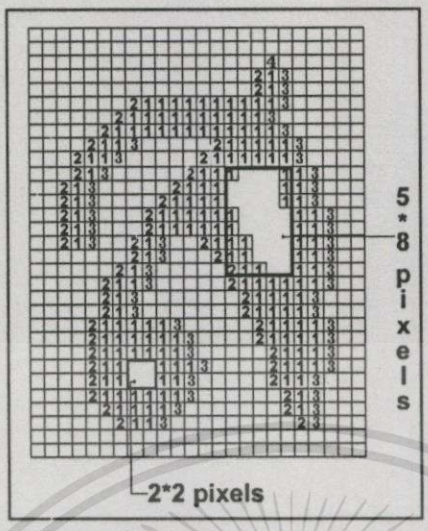
ในขณะที่ทำการคัดลอกจะทำการลบภาพตัวอักษรไปพร้อมกัน โดยเมื่อทำการคัดลอก pixel ที่อยู่ในเงื่อนไขการคัดลอก 1 pixel แล้วจะทำการกำหนดค่าให้ค่าของ pixel ของภาพตัวอักษรในภาพเอกสารต้นฉบับที่ทำการคัดลอกไปแล้วนั้นมีค่าเป็น "0"

3.3 การหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษร

จะขอกล่าวถึงความหมายของคำว่าช่องว่าง ช่องว่างคือ pixel ที่มีค่าเป็น "0" จำนวน 1 pixel หรือมากกว่านั้นอยู่ติดกันในแนวนอนหรือในแนวตั้ง หรือทั้งในแนวนอนและแนวตั้ง ช่องว่างภายในภาพตัวอักษรจึงหมายถึงช่องว่างที่มี pixel ที่มีค่าไม่ใช่ "0" ล้อมรอบอยู่ ส่วนช่องว่างภายนอกหมายถึงช่องว่างที่ไม่มี pixel ที่มีค่าไม่ใช่ "0" ล้อมรอบแต่มี pixel ที่มีค่าไม่ใช่ "0" อยู่ติดกับช่องว่างซึ่งอาจมีเพียงด้านใดด้านหนึ่งหรือมากกว่านั้นแต่จะไม่ติดล้อมรอบช่องว่าง ดังนั้นการหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษรสามารถกล่าวได้อีกอย่างหนึ่งว่าการหา pixel ที่มีค่าเป็น "0" ที่มี pixel ที่มีค่าไม่ใช่ "0" ล้อมรอบอยู่

จากที่มีการเปลี่ยนแปลงค่า pixel ของภาพตัวอักษรในการเดินหาภาพตัวอักษร ทำให้สามารถนำค่าของ pixel มาใช้ในการหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษรได้ กล่าวคือค่าของ pixel ที่เป็นขอบทางด้านซ้ายจะมีค่าเป็น "2" และค่าของ pixel ที่เป็นขอบทางด้านขวาจะมีค่าเป็น "3" ดังนั้นช่องว่างที่อยู่ภายในภาพตัวอักษรจะต้องอยู่ระหว่าง pixel ที่มีค่าเป็น "2" และ pixel ที่มีค่าเป็น "3" ดังแสดงในรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.14 แสดงขนาดช่องว่างภายในภาพตัวอักษร

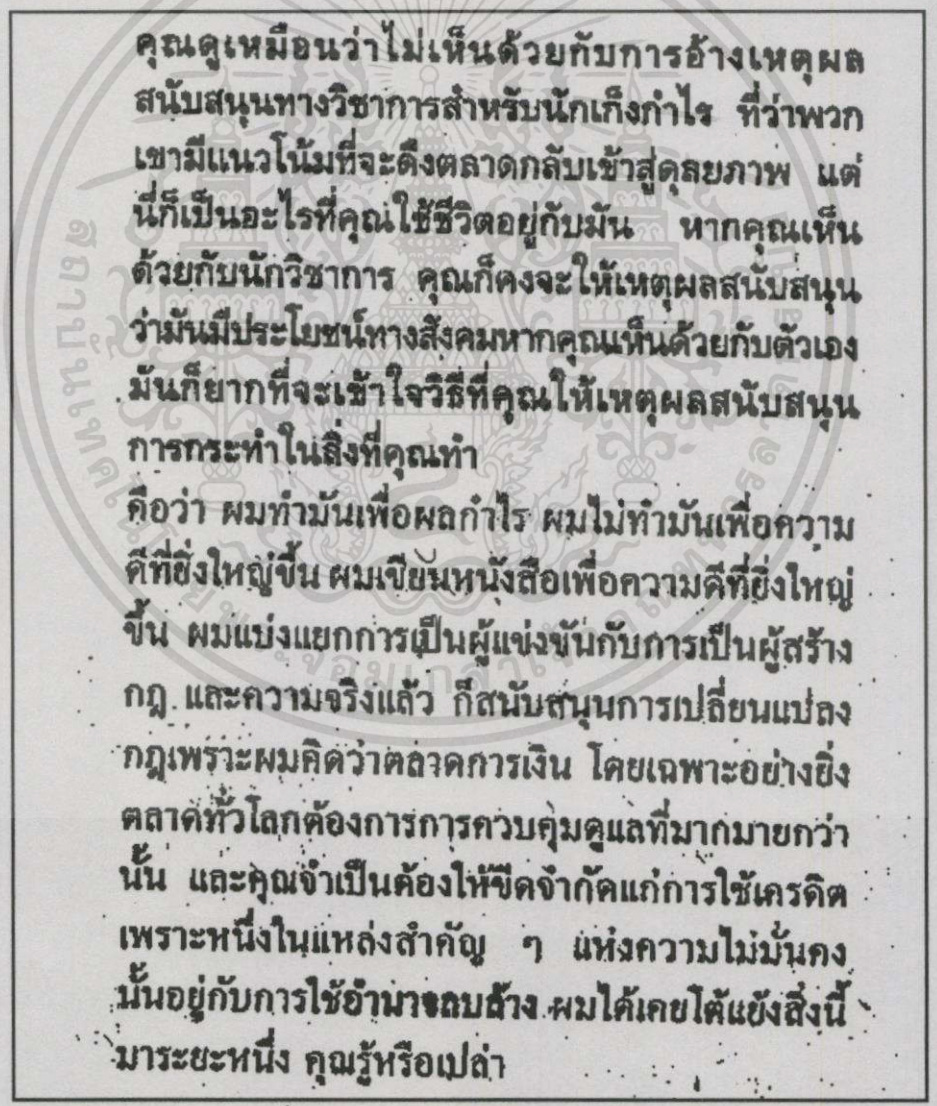
วิธีการหาตำแหน่งพิกัดและขนาดของช่องว่างภายในภาพตัวอักษร

ใช้วิธีเดียวกับการเดินรอบภาพตัวอักษร แต่จะใช้การตรวจหา pixel ที่เป็นสีขาวแทนที่จะใช้การตรวจหา pixel ที่เป็นสีดำ โดยเมื่อพบ pixel แรกที่เป็นช่องว่างภายในภาพตัวอักษรแล้ว จะทำการตรวจหา pixel ต่อไปที่เป็นสีขาวทั้ง 8 ทิศในแนววนตามเข็มนาฬิกา เมื่อพบ pixel ต่อไปที่เป็นสีขาว จะนำตำแหน่งพิกัดของ pixel ที่พบมาเปรียบเทียบกับตำแหน่งพิกัดของ pixel เดิม เพื่อทำการหาตำแหน่งพิกัดที่น้อยสุด และมากสุดในแนวนอน และหาตำแหน่งพิกัดที่น้อยสุด และมากสุดในแนวตั้ง (xmin,xmax,ymin,ymax) จะทำการตรวจหา pixel ไปเรื่อยๆจนกว่าจะวนมาพบกับ pixel เริ่มต้น เมื่อเดินวนมาถึง pixel เริ่มต้นจะทำให้ทราบตำแหน่งพิกัดของช่องว่างภายในภาพตัวอักษร ส่วนขนาดของช่องว่างภายในภาพตัวอักษรหาได้จาก ขนาดในแนวนอน = (ymax-ymin)+1 และขนาดในแนวตั้ง = (xmax-xmin)+1 ดังแสดงในรูปที่ 3.14

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
ขั้นตอนในการแยกภาพตัวอักษร

ปัญหาที่เกิดขึ้นเสมอในการทำงานต่างที่เกี่ยวข้องกับภาพคือ การที่รูปแบบภาพตัวอักษรที่ใช้เป็นอินพุทมีสัญญาณรบกวนปะปนเข้ามาด้วย ซึ่งอาจเกิดจากตัวภาพเอกสารที่เป็นต้นฉบับเอง หรืออาจเกิดจากการที่นำภาพเอกสารเข้ามาสู่เครื่องคอมพิวเตอร์ผ่านทางเครื่องสแกนเนอร์ ดังนั้นจึงต้องมีความจำเป็นที่จะต้องทำการปรับปรุงคุณภาพของภาพเอกสารให้มีสัญญาณรบกวนน้อยที่สุด และยังมีปัญหาอีกอย่างหนึ่งที่เกิดขึ้นคือ แนวบรรทัดของภาพตัวอักษรที่ใช้เป็นอินพุท (input) มีความเอียง ดังรูปที่ 4.1


คุณดูเหมือนว่าไม่เห็นด้วยกับการอ้างเหตุผลสนับสนุนทางวิชาการสำหรับนักเก็งกำไร ที่ว่าพวกเขามีแนวโน้มที่จะดึงตลาดกลับเข้าสู่ดุลยภาพ แต่นี่ก็เป็นอะไรที่คุณใช้ชีวิตอยู่กับมัน หากคุณเห็นด้วยกับนักวิชาการ คุณก็คงจะให้เหตุผลสนับสนุนว่ามันมีประโยชน์ทางสังคมหากคุณเห็นด้วยกับตัวเอง มันก็ยากที่จะเข้าใจวิธีที่คุณให้เหตุผลสนับสนุนการกระทำในสิ่งที่คุณทำ
ดือว่า ผมทำมันเพื่อผลกำไร ผมไม่ทำมันเพื่อความดีที่ยิ่งใหญ่ขึ้น ผมเขียนหนังสือเพื่อความดีที่ยิ่งใหญ่ขึ้น ผมแบ่งแยกการเป็นผู้แข่งขันกับการเป็นผู้สร้างกฎ และความจริงแล้ว ก็สนับสนุนการเปลี่ยนแปลงกฎเพราะผมคิดว่าตลาดการเงิน โดยเฉพาะอย่างยิ่งตลาดทั่วโลกต้องการการควบคุมดูแลที่มากมายกว่านั้น และคุณจำเป็นต้องให้ขีดจำกัดแก่การใช้เครดิต เพราะหนึ่งในแหล่งสำคัญ ๆ แห่งความไม่มั่นคงนั้นอยู่กับการใช้อำนาจถอบล้าง ผมได้เคยโต้แย้งสิ่งนี้มาระยะหนึ่ง คุณรู้หรือเปล่า

รูปที่ 4.1 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความเอียงและมีสัญญาณรบกวน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในงานวิจัยนี้ต้องการภาพตัวอักษรในเอกสารที่ไม่มีความเอียง และไม่มีสัญญาณรบกวน ดังนั้นจึงไม่มีการทำการกำจัดสัญญาณรบกวน และปรับความเอียงของภาพตัวอักษรในเอกสาร ขั้นตอนในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษประกอบด้วยขั้นตอนต่างๆ ดังนี้

1 แยกภาพตัวอักษรระดับบน ภาพตัวอักษรระดับกลาง และภาพตัวอักษรระดับล่างภายในบรรทัด

2 นับจำนวนภาพตัวอักษรระดับกลางภายในวรรค

3 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบน

4 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับล่าง

5 ตรวจหาลักษณะเด่นหัวของภาพตัวอักษรระดับกลาง

เหตุผลที่มีลำดับการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรใดเป็นเช่นนี้เนื่องจากในขั้นตอนแรกจำเป็นจะต้องทราบว่าภายในบรรทัดที่พิจารณาอยู่นั้น ประกอบด้วยภาพตัวอักษรระดับใดบ้าง และจำนวนโดยรวมของภาพตัวอักษรในแต่ละระดับเป็นเท่าใดเพื่อที่จะนำมาตรวจสอบว่าได้ทำการตรวจภาพตัวอักษรทั้งหมดตรงตามภาพเอกสารต้นฉบับจริง ในขั้นตอนที่ 2 เป็นขั้นตอนที่ใช้การเปรียบเทียบอย่างง่ายไม่ต้องใช้การคำนวนที่ละเอียดและใช้เวลานาน เพียงแค่ใช้การหาความห่างระหว่างตัวอักษรแล้วนำมาคำนวนดูว่าความห่างนั้นน่าจะเป็นความห่างระหว่างภาพตัวอักษรหรือความห่างระหว่างวรรคของภาพตัวอักษร เมื่อได้ตำแหน่งเริ่มต้นวรรคและตำแหน่งท้ายวรรคที่แน่นอนแล้ว จึงทำการนับจำนวนภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ระหว่างช่วงตำแหน่งต้นวรรคกับตำแหน่งท้ายวรรค เมื่อได้จำนวนภาพตัวอักษรระดับกลางภายในวรรคแล้ว จะนำมาเปรียบเทียบกับค่าค่าหนึ่งเพื่อที่แสดงว่าวรรคที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นวรรคของภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือไม่ ในขั้นตอนที่ 3 เป็นการตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบนภายในวรรคที่พิจารณาอยู่ เมื่อพบภาพตัวอักษรระดับบนแล้วจะนำเอาภาพตัวอักษรระดับบนนั้นรวมถึงตำแหน่งพิกัดของภาพตัวอักษรระดับบนนั้นมาใช้ในการแยกว่าภาพตัวอักษรระดับบนที่กำลังพิจารณาอยู่นั้นเป็นภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาไทยหรือเป็นภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาอังกฤษ เหตุผลที่นำขั้นตอนนี้เป็นขั้นตอนที่ 3 เนื่องจากว่า ในวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยส่วนมากจะมีภาพตัวอักษรระดับบนอยู่ด้วย ถึงแม้ว่าภาพตัวอักษรระดับบนมีจำนวนน้อยเมื่อเทียบกับภาพตัวอักษรระดับกลาง แต่โดยส่วนมากวรรคภาพตัวอักษรที่เป็นภาษาไทยจะมีภาพตัวอักษรระดับบนนี้อยู่ด้วย จึงได้นำการตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบนนี้มาใช้เป็นขั้นตอนที่ 3 ของการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือตัวอักษรภาษาอังกฤษ ในขั้นตอนที่ 4 เป็นการตรวจหาภาพตัวอักษรระดับล่าง เป็นขั้นตอนที่ใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรภาษาไทย คือ ภาพตัวอักษรระดับล่างไม่มีในภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ ในที่นี่ภาพตัวอักษรระดับล่างหมายถึง ภาพตัวอักษรที่มีตำแหน่งพิกัดอยู่เพียงระดับล่างเท่านั้นไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งที่มีตำแหน่งพิกัดในระดับกลาง ยกตัวอย่างเช่นภาพตัวอักษรสระอู ซึ่งมีตำแหน่ง

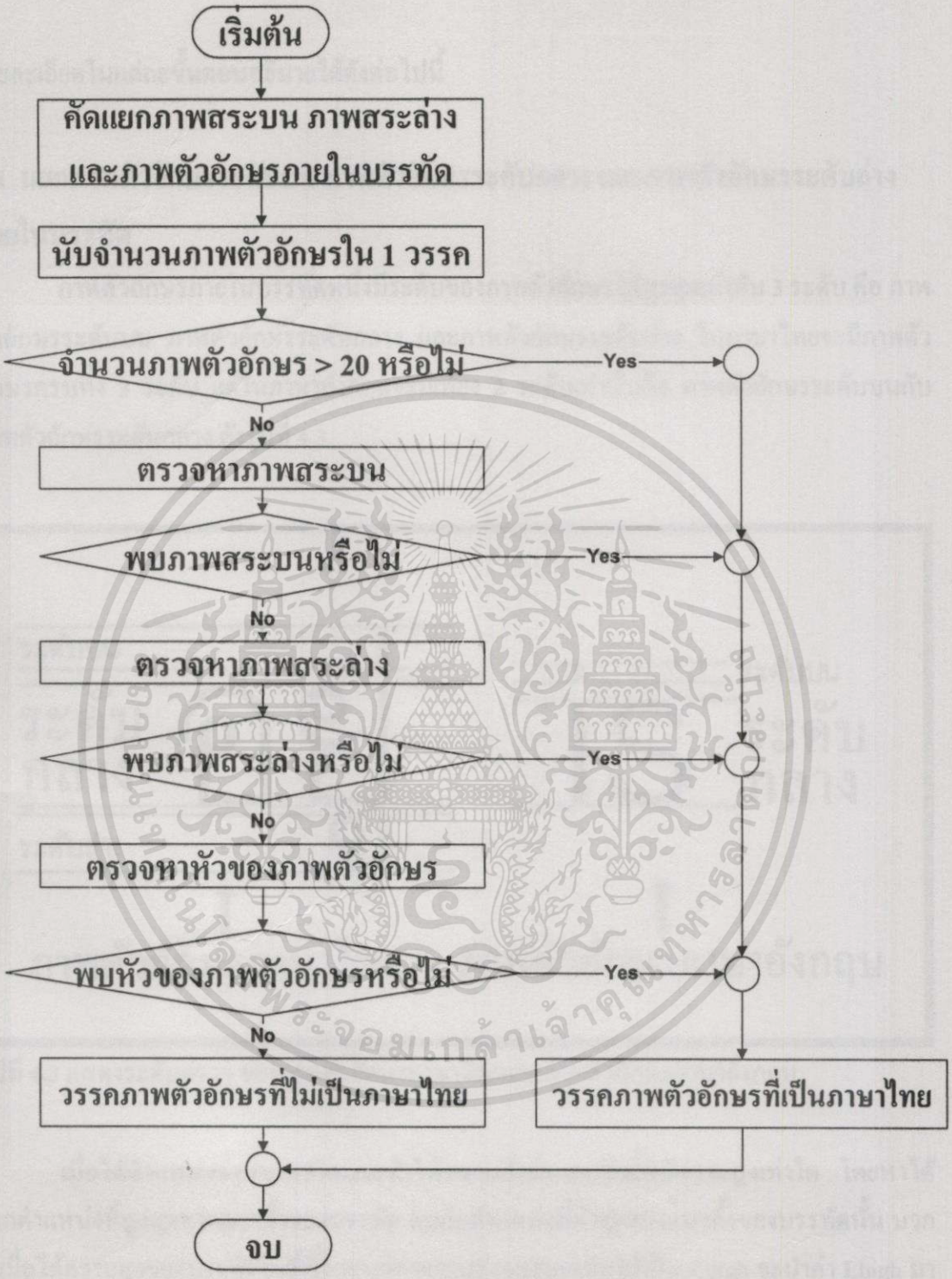
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พิกัดอยู่ในระดับล่างเท่านั้น แต่ภาพตัวอักษร p ในภาษาอังกฤษจะเป็นภาพตัวอักษรระดับกลาง จะไม่เป็นภาพตัวอักษรระดับล่างถึงแม้ว่ามีส่วนของหางตัว p อยู่ในระดับล่าง เพราะว่าภาพตัวอักษรระดับล่างจะต้องมีตำแหน่งพิกัดอยู่เพียงระดับล่างเท่านั้น ดังนั้นหากสามารถตรวจพบว่ามีภาพตัวอักษรระดับล่างอยู่ภายในวรรคที่พิจารณาอยู่ ก็สามารถสรุปได้ว่าวรรคที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทย ในขั้นตอนที่ 5 เป็นขั้นตอนของการตรวจหาลักษณะเด่นหัวของภาพตัวอักษรระดับกลาง

สามารถนำขั้นตอนในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษมาเขียนเป็น flowchart ได้ดังรูปที่ 4.2

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 แสดงขั้นตอนการแยกภาพว่าเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รายละเอียดในแต่ละขั้นตอนอธิบายได้ดังต่อไปนี้

4.1 แยกภาพตัวอักษรระดับบน ภาพตัวอักษรระดับกลาง และภาพตัวอักษรระดับล่างภายในบรรทัด

ภาพตัวอักษรภายในบรรทัดหนึ่งมีระดับของภาพตัวอักษรได้สูงสุดเท่ากับ 3 ระดับ คือ ภาพตัวอักษรระดับบน ภาพตัวอักษรระดับกลาง และภาพตัวอักษรระดับล่าง ในภาษาไทยจะมีภาพตัวอักษรครบทั้ง 3 ระดับ แต่ในภาษาอังกฤษจะมีเพียง 2 ระดับเท่านั้นคือ ภาพตัวอักษรระดับบนกับภาพตัวอักษรระดับกลาง ดังรูปที่ 4.3

รูปที่ 4.3 แสดงระดับต่างๆ ของภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ

เมื่อได้ตำแหน่งของบรรทัดมาจะทำให้ทราบถึงว่าบรรทัดนั้นมีความสูงเท่าใด โดยหาได้จากตำแหน่งที่สูงสุดทางแนวตั้งของบรรทัด ลบกับตำแหน่งที่ต่ำสุดทางแนวตั้งของบรรทัดนั้น บวก 1 เมื่อได้ความสูงของบรรทัดในที่นี้กำหนดค่าความสูงของบรรทัดให้เป็น Lhigh จะนำค่า Lhigh มาคำนวณเพื่อหาภาพตัวอักษรในระดับต่างๆ ภายในบรรทัด โดยลำดับในการหาภาพตัวอักษรภายในบรรทัดจะเริ่มจาก ภาพตัวอักษรระดับกลาง ภาพตัวอักษรระดับบน และสุดท้ายเป็นภาพตัวอักษรระดับล่าง สาเหตุที่มีการเดินหาภาพตัวอักษรและทำการดึงภาพตัวอักษรในระดับกลางก่อน เนื่องจากภาพตัวอักษรระดับกลางทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษมีส่วนที่ยื่นมาในระดับของภาพตัวอักษรระดับบน และภาพตัวอักษรระดับล่าง เช่น ป ฤ k p การหาและดึงภาพตัวอักษรในระดับบน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะเริ่มจากช่วงระดับที่ 20-30% ของ Lhigh การหาและดึงภาพตัวอักษรในระดับกลาง จะเริ่มจากช่วงระดับที่ 60-75% ของ Lhigh การหาและดึงภาพตัวอักษรในระดับล่าง จะเริ่มจากช่วงระดับที่ 98-99% ของ Lhigh โดยการหาและดึงภาพจะหาทางแนวตั้งไปหาแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 4.4

รูปที่ 4.4 แสดงตำแหน่งการหาภาพในระดับต่างๆ ของภาพตัวอักษร

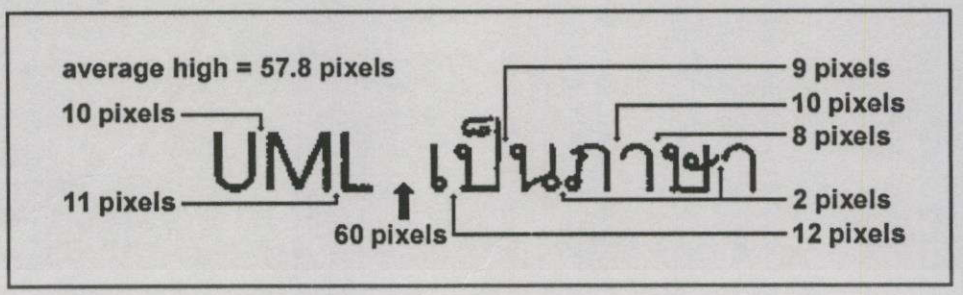
เมื่อพบจุดเริ่มต้นของภาพตัวอักษรในระดับต่างๆ แล้วจะใช้การเดินวนรอบภาพตัวอักษรโดยเดินตาม pixel สีดำ เมื่อเดินครบรอบจะทำการดึงภาพตัวอักษรออกจากภาพบรรทัดพร้อมทั้งบันทึกตำแหน่งของภาพตัวอักษรด้วย (xmin , xmax , ymin , ymax) จะทำเช่นนี้กับภาพตัวอักษรในทุกระดับแต่จะทำในระดับใดระดับหนึ่งก่อนจนหมดภาพตัวอักษรในระดับนั้นแล้วจึงไปทำในระดับอื่นต่อไป การจัดเก็บภาพตัวอักษรในบรรทัดจะถูกจัดเก็บแบบ linklist โดยมีการแบ่งออกเป็นภาพตัวอักษรในระดับบน ภาพตัวอักษรในระดับกลาง และภาพตัวอักษรในระดับ เหตุผลที่ทำเช่นนี้เพื่อที่จะทำให้การหาคุณลักษณะเด่นของการเขียนและคุณลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรสะดวกยิ่งขึ้น แต่ถ้าไม่มีการแยกเก็บเป็นภาพตัวอักษรในแต่ละระดับก็สามาถทำได้เพราะตำแหน่งของตัวอักษรนำมาใช้บ่งบอกว่าตัวอักษรนั้นเป็น ภาพตัวอักษรระดับบน ภาพตัวอักษรระดับกลาง หรือภาพตัวอักษรระดับล่างได้

4.2 นับจำนวนภาพตัวอักษรระดับกลางภายในวรรค

ในลำดับแรกจะต้องทำการแบ่งวรรคภาพตัวอักษรภายในบรรทัดก่อน โดยหาจากตำแหน่งของภาพตัวอักษรระดับกลางที่ได้ทำการบันทึกไว้ ทำให้ทราบว่าภาพตัวอักษรแต่ละตัวมีความห่างระหว่างตัวอักษรเท่าใด จึงได้นำความห่างที่ได้มาทำการหาการแบ่งวรรคของภาพตัวอักษร ซึ่งในบรรทัดหนึ่งอาจจะมีเพียง 1 วรรคเท่านั้นก็เป็นไปได้ หรืออาจจะวรรคเป็นจำนวนมากก็เป็นไปได้เช่นกัน การแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาใดนั้นจะแยกโดยหาว่าวรรคใดเป็นภาษาใด ดังนั้นการหาวรรคของภาพตัวอักษรภายในบรรทัดจึงเป็นส่วนที่สำคัญส่วนหนึ่ง เพราะถ้ามีการแบ่งวรรคผิดไปจากภาพเอกสารต้นฉบับอาจทำให้เกิดการแยกภาพตัวอักษรผิดพลาดไปได้ ด้วยเหตุดังที่กล่าวมาแล้วทำให้งานวิจัยนี้ให้ความสำคัญกับการหาแบ่งวรรคภาพตัวอักษรระดับกลาง จึงทำให้มี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อกำหนดอีกอย่างหนึ่งว่าภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษนั้นจะต้องไม่เขียนติดกันต้องมีการเว้นวรรคเสมอ



รูปที่ 4.5 แสดงระยะห่างของภาพตัวอักษร

การหาวรรคภายในบรรทัดสามารถทำได้โดยคำนวณจากความห่างของภาพตัวอักษรโดยคิดจากค่า xmin ของภาพตัวอักษรถัดไป ลบจาก ค่า xmax ของภาพตัวอักษรปัจจุบัน จากรูปที่ 4.5 จะเห็นว่าความห่างระหว่างภาพตัวอักษรที่อยู่ในวรรคเดียวกันมีความห่างน้อยกว่าความห่างของวรรคมาก ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษนี้มีการกำหนดว่าความห่างใดควรจะเป็นความห่างที่เป็นวรรค โดยใช้ความห่างที่ได้ไปเปรียบเทียบกับค่าความสูงเฉลี่ยของภาพตัวอักษรภายในบรรทัด โดยถ้าความห่างที่พิจารณาอยู่มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของค่าความสูงเฉลี่ย แสดงว่าภาพตัวอักษรปัจจุบันเป็นภาพตัวอักษรสุดท้ายของวรรค ภาพตัวอักษรถัดไปจะเป็นภาพตัวอักษรเริ่มต้นของวรรคใหม่ โดยในแต่ละบรรทัดมีการกำหนดให้ภาพตัวอักษรภาพแรกเป็นภาพตัวอักษรเริ่มต้นของวรรคแรกในบรรทัด

หลังจากได้ตำแหน่งที่แน่นอนของตำแหน่งเริ่มต้นและตำแหน่งสุดท้ายของวรรคแล้ว จึงทำการนับจำนวนภาพตัวอักษรภายในวรรค การนับจำนวนภาพตัวอักษรในวรรคทำได้โดยนับจำนวนภาพตัวอักษรที่อยู่ในช่วงระหว่างตำแหน่งเริ่มต้นของวรรคและตำแหน่งสุดท้ายของวรรค รูปแบบการเขียนของภาษาไทยจะนิยมเขียนติดกันเป็นประโยคเสียส่วนใหญ่ แต่ก็ยังมีการเขียนเป็นคำเดี่ยวด้วยเช่นกัน ส่วนรูปแบบการเขียนของภาษาอังกฤษจะเขียนเป็นคำโดยแต่ละคำจะต้องมีการเว้นวรรค ดังนั้นจำนวนภาพตัวอักษรภายในวรรคของภาษาอังกฤษจะมีค่าได้มากที่สุดได้ไม่เกินคำที่มีความหมายที่ยาวที่สุดในภาษาอังกฤษ แต่โดยทั่วไปจะเป็นคำที่มีจำนวนตัวอักษรน้อย (ไม่เกิน 10 ตัวอักษร) แต่เนื่องจากคำที่ยาวที่สุดมีได้ถึง 20 ตัวอักษร ดังนั้นถ้าวรรคใดมีจำนวนตัวภาพอักษรภายในวรรคมากกว่า 20 ตัวอักษรก็สามารถสรุปได้ว่าวรรคนั้นเป็นอักษรภาษาไทยทั้งวรรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

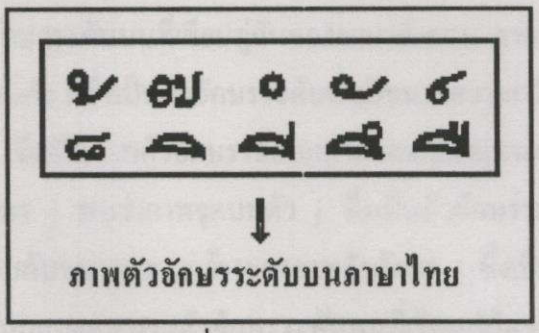
4.3 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบน

ในการตรวจหาภาพตัวอักษรระดับบนนั้นจะต้องทำการแยกให้ได้ว่าภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ เนื่องจากว่าภาพตัวอักษรระดับบนนี้มีทั้งในภาษาไทยและภาษาอังกฤษ ดังนั้นจึงต้องหาลักษณะเด่นของตัวอักษรในระดับบนของภาษาไทยที่มีความแตกต่างอย่างเด่นชัดที่สามารถนำมาใช้ในการแยกได้ว่าเป็นภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทย และอาจมีการใช้ลักษณะเด่นในรูปแบบการเขียนของภาษาไทยที่แตกต่างจากรูปแบบการเขียนภาษาอังกฤษ ภาพระดับบนของภาษาไทยประกอบด้วย ภาพสระอิ ภาพสระอี ภาพสระอึ ภาพสระอือ ภาพสระอำ ภาพการันต์ ภาพไม้หันอากาศ ภาพไม้ไต่คู้ ภาพไม้เอก ภาพไม้โท ภาพไม้ตรี และภาพไม้จัตวา ภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาอังกฤษประกอบด้วย จุดบนตัว i และ j ดังแสดงในรูปที่ 4.6

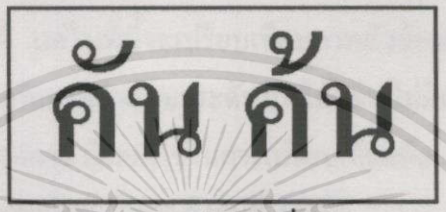
รูปที่ 4.6 แสดงภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาไทยและภาษาอังกฤษ

ลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาไทยที่สามารถนำมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษ ยกเว้นภาพไม้เอก และภาพไม้จัตวา คือภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยมีช่องว่างภายในภาพตัวอักษร แต่ในภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษไม่มี ดังรูปที่ 4.7 หากใช้ลักษณะเด่นนี้ในการแยกภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษจะไม่สามารถแยกภาพตัวอักษรระดับบนของภาษาไทยที่เป็นภาพตัวอักษรไม้เอก และภาพไม้จัตวา ดังนั้นจึงจะต้องหาลักษณะเด่นทางด้านอื่นๆ อีกมาใช้ในการแยกภาพไม้เอก และไม้จัตวา ให้ออกจากภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

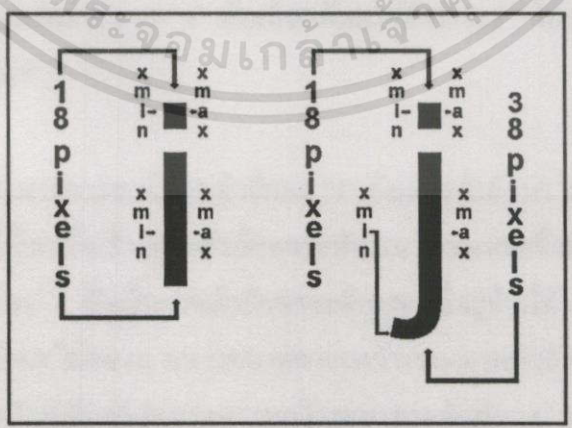


รูปที่ 4.7 แสดงภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยที่มีช่องว่างภายในภาพตัวอักษร



รูปที่ 4.8 แสดงภาพตัวอักษรไม้หันอากาศและภาพไม้โท ที่มีส่วนของภาพเลยจากขอบด้านขวาของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ด้านล่าง

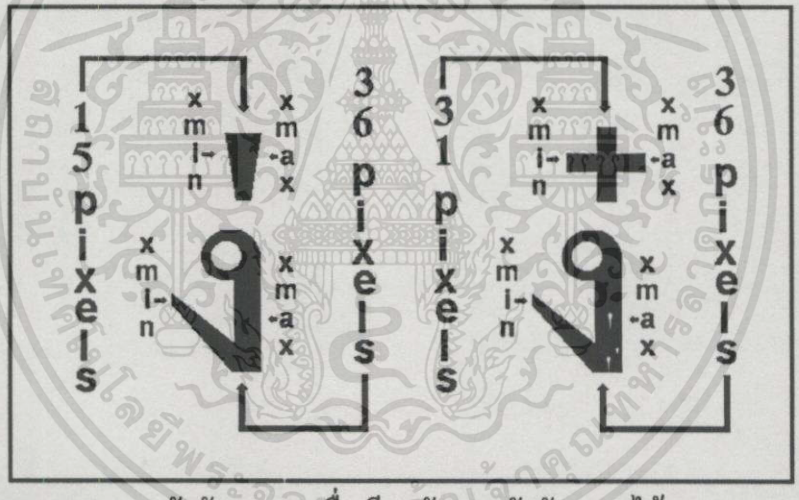
ลักษณะเด่นทางรูปแบบการเขียนของภาษาไทยและภาษาอังกฤษในส่วนของภาพตัวอักษรระดับบนมีความคล้ายคลึงกันคือ เขียนภาพตัวอักษรระดับบนติดริมทางขวาของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ แต่ยังมีภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยที่เขียนเลยริมด้านขวาของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ เช่น ภาพไม้หันอากาศ ภาพไม้โท ดังแสดงในรูปที่ 4.8 ดังนั้นลักษณะเด่นนี้จึงไม่นำมาใช้ในการแยกภาพสระบนภาษาไทยออกจากภาพสระบนภาษาอังกฤษ เนื่องจากว่าไม่สามารถแยกภาพไม้เอก และภาพไม้จัตวา ออกจากภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษได้



รูปที่ 4.9 แสดงขนาดของจุดเมื่อเทียบกับภาพตัวอักษร " i " และภาพตัวอักษร" j "

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรระดับกลางและภาพตัวอักษรระดับบนที่เขียนคู่กัน ในภาพตัวอักษรระดับกลางและภาพตัวอักษรระดับบนที่เขียนคู่กันของภาษาอังกฤษ จากรูปที่ 4.9 พิจารณาที่ภาพตัวอักษร i พบว่าภาพจุดบนตัว i ซึ่งเป็นตัวอักษรระดับบนมีขนาดความกว้างใกล้เคียงกับขนาดความกว้างของภาพตัวอักษร i ซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับกลาง และมีตำแหน่งพิกัดทางแนวตั้งใกล้เคียงกัน พิจารณาที่ภาพตัวอักษร j พบว่าภาพจุดบนตัว j ซึ่งเป็นตัวอักษรระดับบนมีขนาดความกว้างประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับขนาดความกว้างของภาพตัวอักษร j ซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับกลาง ส่วนภาพตัวอักษรระดับกลางและภาพตัวอักษรระดับบนที่เขียนคู่กันของภาษาไทยไม่มีตายตัวที่แน่นอน ดังนั้นจึงไม่สามารถนำมาวัดขนาดความกว้างที่แน่นอนของภาพตัวอักษรระดับบนและภาพตัวอักษรระดับกลางได้ แต่ในที่นี้จะเปรียบเทียบภาพตัวอักษรระดับกลางที่มีความกว้างน้อยที่สุดและสามารถนำมาผสมกับภาพตัวอักษรระดับบนได้อย่างไม่ผิดรูปแบบของการเขียนภาษาไทย ภาพตัวอักษรระดับกลางของภาษาไทยที่ใช้ในการเปรียบเทียบคือ ภาพตัวอักษร ง กับภาพตัวอักษรระดับบนคือ ภาพไม้เอก และภาพไม้จัตวา ดังรูปที่ 4.10



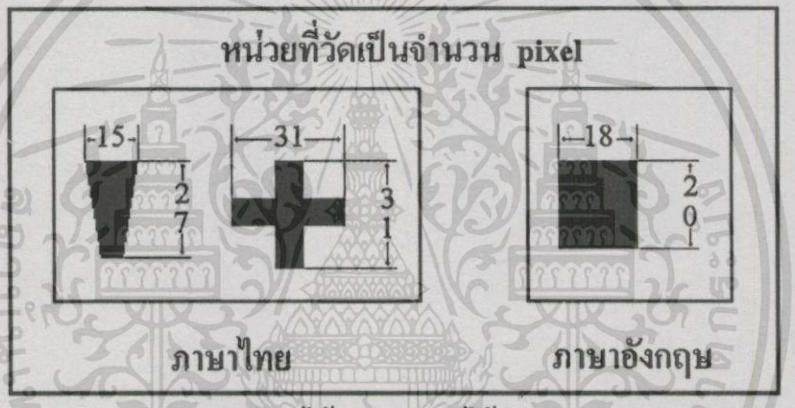
รูปที่ 4.10 แสดงขนาดของภาพตัวอักษร “ง” เมื่อเทียบกับภาพตัวอักษร “ ไม้เอก ” และภาพตัวอักษร“ ไม้จัตวา ”

จากรูปที่ 4.10 เมื่อมาพิจารณาที่ภาพตัวอักษร “ง” กับภาพตัวอักษรไม้เอก พบว่าขนาดความกว้างของภาพตัวอักษรไม้เอกซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับบนประมาณครึ่งหนึ่งเมื่อเทียบกับขนาดความกว้างของภาพตัวอักษร ง ซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ และเมื่อพิจารณาที่ภาพตัวอักษร ง กับภาพตัวอักษรไม้จัตวา พบว่าขนาดความกว้างของภาพตัวอักษรไม้จัตวาซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับบนมีขนาดใกล้เคียงกับขนาดความกว้างของภาพตัวอักษร ง ซึ่งเป็นภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ แต่ตำแหน่ง xmax ของภาพตัวอักษรไม้จัตวาจะมีค่ามากกว่าภาพตัวอักษรที่อยู่ด้านล่าง เนื่องมาจากรูปแบบของแบบตัวอักษรของภาษาไทย จึงทำให้พอที่จะสรุปได้ว่าหากภาพตัวอักษรระดับบนใดที่มีขนาดความกว้างที่เท่ากันกับภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้และมี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่อนุญาตให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตำแหน่งพิกัดทางแนวตั้งใกล้เคียงกันแสดงว่าเป็นภาพจุดบนภาพตัวอักษร i ของภาษาอังกฤษ แต่ถ้าหากภาพตัวอักษรระดับบนใดที่มีขนาดความกว้างที่ใกล้เคียงกับภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้และมีค่า xmax ที่มากกว่าค่า xmax ของภาพตัวอักษรที่อยู่ด้านล่างแสดงว่าเป็นภาพไม้จัตวาของภาษาไทย

ลักษณะเด่นของภาพจุดซึ่งเป็นภาพระดับบนของภาพตัวอักษร i และ j คือ จะเป็นลักษณะของทรงกลมซึ่งมีขนาดของความกว้างและความยาวไม่แตกต่างกันมากนัก (เทียบกับรูปแบบตัวอักษรมาตราฐานในโปรแกรมไมโครซอฟเวิร์ด 97 บนระบบปฏิบัติการ วินโดว์ 98 คือ รูปแบบ AngsanaUPC) และลักษณะเด่นของภาพไม้เอก คือความยาวของภาพตัวไม้เอกจะยาวกว่าด้านความกว้างสามารถสังเกตุได้ชัดเจน ลักษณะเด่นของภาพไม้จัตวาคือขนาดของความกว้างและความยาวไม่แตกต่างกันมากนัก แต่จะมีขนาดใหญ่กว่าขนาดของภาพจุดมาก ดังแสดงในรูปที่ 4.11



รูปที่ 4.11 แสดงจำนวน pixel ของภาพตัว "ไม้เอก" ภาพ "ไม้จัตวา" และภาพจุดบนตัว " i "

จากลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรระดับบนทั้ง 3 สามารถนำมาสร้างเงื่อนไขในการแยกได้ว่าภาพไหนเป็นภาพจุดบนภาพตัวอักษร i หรือ j และภาพไหนไม่ใช่ภาพจุด โดยนำขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับบนมาใช้เป็นเงื่อนไขในการแยกภาพ เหตุที่นำขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับบนมาใช้ในการแยกภาพเพราะว่า ขนาดความยาวของภาพทั้ง 3 มีขนาดแตกต่างกัน ภาพจุดจะมีขนาดความยาวของภาพน้อยที่สุด ภาพไม้เอกจะมีขนาดความยาวที่ยาวกว่า และภาพไม้จัตวามีขนาดความยาวที่ยาวที่สุด เมื่อนำขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับบนมาเปรียบเทียบกับขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้พบว่าขนาดความยาวของภาพจุดบนภาพตัว i และ j มีขนาดความยาวน้อยกว่า 1 ใน 4 ของขนาดความยาวภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ ส่วนภาพไม้เอกและภาพไม้จัตวามีขนาดความยาวมากกว่า 1 ใน 4 ของขนาดความยาวภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ (ยกเว้น ป ฝ)

จากลักษณะเด่นทั้งหมดที่ได้กล่าวมาสามารถนำมาสรุปเงื่อนไขในการแยกภาพตัวอักษรระดับบนภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรระดับบนภาษาอังกฤษได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดให้ int thaichar = 0;

if (ภาพตัวอักษรระดับบนมีช่องว่างภายใน)

แสดงว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยระดับบน ;

else

if (ขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับบน > (ขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ / 4))

thaichar++ ;

if (ขนาดความกว้างของภาพตัวอักษรระดับบน > (ขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับกลางที่อยู่ข้างใต้ / 4))

thaichar++ ;

if (ขนาดความยาวของภาพตัวอักษรระดับบน > (ขนาดความกว้างของภาพตัวอักษรระดับบน*1.5))

thaichar++ ;

if (thaichar >= 2)

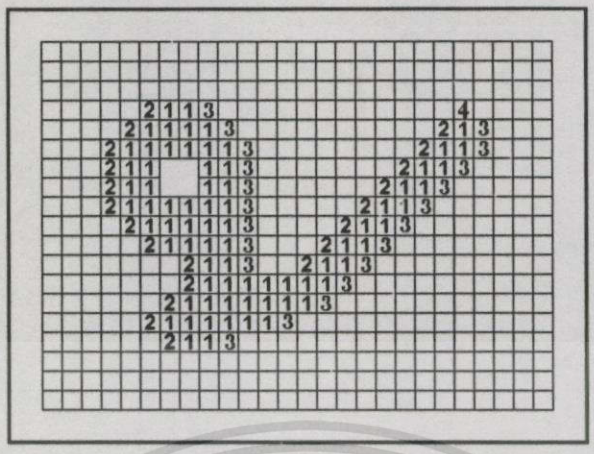
แสดงว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยระดับบน ;

else

แสดงว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษระดับบน ;

จะขอกล่าวถึงการหาช่องว่างภายในภาพตัวอักษรระดับบน ช่องว่างภายในตัวอักษรระดับบนกับช่องว่างภายนอกตัวอักษรระดับบนเหมือนกันคือ ค่าของ pixel เท่ากับ 0 ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องแยกให้ได้ว่า ช่องว่างใดเป็นช่องว่างภายในตัวอักษร วิธีการคือจะทำการเปลี่ยนค่าของ pixel สีดำ ณ.ขอบตัวอักษรจาก 1 ไปเป็น 2 3 และ 4 หรืออาจจะไม่มีการเปลี่ยนแปลงก็ได้ เพื่อที่จะบอกว่าขอบนั้นเป็นขอบซ้ายหรือขอบขวาหรือมุมปลาย[1] ดังรูปที่ 4.12 ค่าของขอบมีความหมายดังนี้ หมายเลข1 หมายถึง จุดที่เป็นขอบที่อยู่ระหว่างขอบด้านซ้ายและขอบด้านขวาของตัวอักษรรวมทั้งหมายถึงจุดที่เป็นเนื้อของภาพตัวอักษรด้วย หมายเลข2 หมายถึง จุดขอบทางด้านซ้ายของภาพตัวอักษร หมายเลข3 หมายถึง จุดขอบทางด้านขวาของภาพตัวอักษร หมายเลข4 หมายถึง จุดพิเศษอันได้แก่จุดปลายมุมด้านบนและมุมด้านล่าง หรือเนื้อตัวอักษรที่มีความกว้างเท่ากับ 1 จุด ดังนั้นช่องว่างที่อยู่ภายในตัวอักษรจะต้องอยู่ระหว่าง 2 กับ 3 เท่านั้น

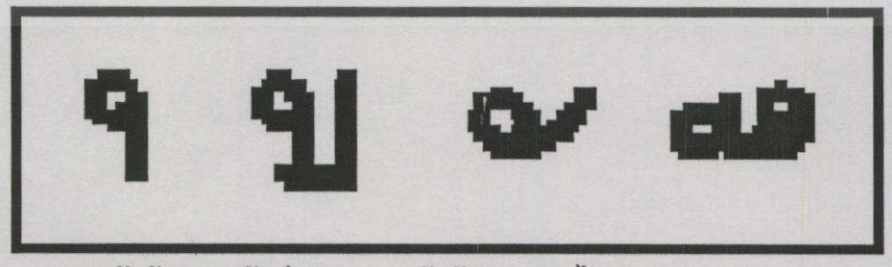
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.12 แสดงช่องว่างภายในภาพตัวอักษรระดับบนของภาพตัวอักษรภาษาไทย

4.4 ตรวจหาภาพตัวอักษรระดับล่าง

เป็นขั้นตอนที่ใช้ลักษณะเด่นของตัวอักษรภาษาไทยในการแยกว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือไม่ คือ ภาพตัวอักษรระดับล่างมีในภาษาไทย แต่ภาพตัวอักษรระดับล่างไม่มีในภาษาอังกฤษ ภาพตัวอักษรระดับล่างของภาษาไทยประกอบด้วย ภาพสระอุ ภาพสระอู ภาพส่วนล่างของตัวอักษร ญ และภาพส่วนล่างของตัวอักษร ฐ ดังรูปที่ 4.13 จะขออธิบายความหมายของภาพตัวอักษรระดับล่างในความหมายของผู้เขียน คือ ภาพตัวอักษรที่มีตำแหน่งพิกัดอยู่เพียงระดับล่างเท่านั้นไม่มีส่วนใดส่วนหนึ่งที่มีตำแหน่งพิกัดในระดับกลาง ยกตัวอย่างเช่นภาพตัวอักษรสระอู ซึ่งมีตำแหน่งพิกัดอยู่ในระดับล่างเท่านั้น แต่ภาพตัวอักษร p ในภาษาอังกฤษจะเป็นภาพตัวอักษรระดับกลาง จะไม่เป็นภาพตัวอักษรระดับล่างถึงแม้ว่ามีส่วนของหางตัว p อยู่ในระดับล่าง เพราะว่าภาพตัวอักษรระดับล่างจะต้องมีตำแหน่งพิกัดอยู่เพียงระดับล่างเท่านั้น ดังนั้นหากสามารถตรวจพบว่ามีภาพตัวอักษรระดับล่างอยู่ภายในวรรคที่พิจารณาอยู่ ก็สามารถสรุปได้ว่าวรรคที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทย



รูปที่ 4.13 แสดงภาพตัวอักษรระดับล่างของภาพตัวอักษรภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.5 ตรวจหาหัวของภาพตัวอักษร

ภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยและภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษต่างก็มีลักษณะเด่นในตัวเอง ซึ่งลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรนั้นอาจแบ่งได้เป็น ลักษณะเด่นที่ 1 ลักษณะเด่นที่พิจารณาจากส่วนโค้งมนของภาพตัวอักษร (curve) ลักษณะเด่นที่ 2 ลักษณะเด่นที่พิจารณาจำนวนขาของภาพตัวอักษร ลักษณะเด่นที่ 3 ลักษณะเด่นที่พิจารณาหัวของภาพตัวอักษร เป็นต้น โดยจะทำการพิจารณาในลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรที่ละลักษณะเด่น เพื่อที่จะพิจารณาว่าจะนำลักษณะเด่นใดมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ หรืออาจนำหลายๆ ลักษณะเด่นมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษร

ลักษณะเด่นที่พิจารณาจากส่วนโค้งมนของภาพตัวอักษรระดับกลาง ภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยทั้งหมดเป็นภาพตัวอักษรที่มีส่วนโค้งมน ในภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษมีภาพตัวอักษรที่มีส่วนโค้งมนได้แก่ภาพตัวอักษร a b c d e f g h j m n o p q r s t u B C D G J O P Q R S U จะเห็นได้ว่าภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษที่มีส่วนโค้งมนมี 29 ภาพตัวอักษรจากทั้งหมด 52 ภาพตัวอักษร ซึ่งอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบตัวอักษรที่ใช้ จำนวนภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีส่วนโค้งมนคิดเป็น 55.77 เปอร์เซ็นต์ของภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษทั้งหมด จะเห็นว่าลักษณะเด่นที่พิจารณาจากส่วนโค้งมนของภาพตัวอักษรระดับกลางไม่สามารถนำมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษเนื่องจากว่าภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีส่วนโค้งมนมีจำนวนมาก ทำให้คุณลักษณะส่วนโค้งมนนี้ไม่มีความโดดเด่นเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการคัดแยกภาพตัวอักษรภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ

ลักษณะเด่นที่พิจารณาจากจำนวนขาของภาพตัวอักษรระดับกลาง การหาจำนวนขาของภาพตัวอักษรระดับกลางทำได้โดยนำภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่มาทำการ Projection ทางแนวตั้ง จากนั้นจะนับตำแหน่งทางแนวนอนที่มีค่ามากกว่าครึ่งหนึ่งของความสูงตัวอักษร โดยตำแหน่งทางแนวนอนที่ติดกันจะนับเพียงหนึ่งเท่านั้น เมื่อได้จำนวนตำแหน่งทางแนวนอนแล้วซึ่งเท่ากับว่าได้จำนวนขาของภาพตัวอักษรที่พิจารณานั้นแล้ว จำนวนขาของภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยแบ่งได้เป็น ภาพตัวอักษรที่มีจำนวนขา 1 ขา 2 ขา และ 3 ขา ดังแสดงในตารางที่ 4.1

ตารางที่ 4.1 แสดงภาพตัวอักษรภาษาไทยที่แยกตามจำนวนขาของภาพตัวอักษร

จำนวนขาภาพตัวอักษร	ภาพตัวอักษรภาษาไทย
1	ง จ ร ว า เ ใ ไ โ ๆ ฯ
2	ก ข ฃ ค ฅ ฆ ฉ ช ซ ฌ ฎ ฐ ฑ ด ต ถ ท ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ล ส ศ ษ ห อ ฮ ฤ ฦ
3	ญ ณ ฒ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในส่วนของภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ สามารถแบ่งได้เป็น ภาพตัวอักษรที่ไม่มีขา ภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 1 ขา ภาพตัวอักษรที่มี 2 ขา และภาพตัวอักษรที่มี 3 ขา ดังแสดงในตารางที่ 4.2 ในการแยกภาพตัวอักษรตามจำนวนขาของภาพตัวอักษร จำนวนภาพอาจมีการเปลี่ยนแปลงได้ขึ้นอยู่กับรูปแบบของตัวอักษร

ตารางที่ 4.2 แสดงภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่แยกตามจำนวนขาของภาพตัวอักษร

จำนวนขาภาพตัวอักษร	ภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ
0	A C O Q S V W X Z c e g o s v w x y z
1	B D E F G I J K L P R S T Y a b d f i j k l p q r t
2	H M N U h n u
3	m

จะเห็นได้ว่าภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยเป็นภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 2 ขาเป็นส่วนมากประมาณ 70 เปอร์เซ็นต์จากภาพตัวอักษรระดับกลางทั้งหมด ภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 1 ขามีจำนวน 11 ภาพตัวอักษร ภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 3 ขาเพียง 4 ภาพตัวอักษร และมีภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 2 ขา และไม่มีภาพตัวอักษรที่ไม่มีขา ส่วนภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษเป็นภาพตัวอักษรที่มีขาจำนวน 1 ขาเป็นส่วนมากประมาณ 50 เปอร์เซ็นต์จากภาพตัวอักษรระดับกลางทั้งหมด ภาพตัวอักษรที่ไม่มีขามีจำนวน 19 ภาพตัวอักษร ภาพตัวอักษรที่มีจำนวนขา 2 ขามี 7 ภาพตัวอักษร และภาพตัวอักษรที่มีจำนวนขา 3 ขามีจำนวนเพียง 1 ภาพตัวอักษร ดังแสดงในตารางที่ 4.3

ตารางที่ 4.3 แสดงจำนวนขาภาพตัวอักษรระดับกลางของภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ

ภาพตัวอักษร	ไม่มีขาตัวอักษร	จำนวนขา 1 ขา	จำนวนขา 2 ขา	จำนวนขา 3 ขา
ภาษาไทย	-	11 ภาพตัวอักษร	38 ภาพตัวอักษร	4 ภาพตัวอักษร
ภาษาอังกฤษ	19 ภาพตัวอักษร	26 ภาพตัวอักษร	6 ภาพตัวอักษร	1 ภาพตัวอักษร

จากตารางที่ 4.3 สามารถนำมาสรุปได้ว่าหากตรวจพบภาพตัวอักษรระดับกลางที่ไม่มีขาแสดงว่าภาพตัวอักษรนั้นเป็นภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษ แต่ก็ไม่สามารถนำมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษได้เนื่องจากว่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่ไม่มีขามีเพียง 36.54 เปอร์เซ็นต์เท่านั้น ยังมีภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีจำนวนขาเท่ากันเป็นจำนวนมาก

ลักษณะเด่นที่พิจารณาหัวของภาพตัวอักษรระดับกลาง จะขออธิบายถึงความหมายของคำว่าหัวภาพตัวอักษร หัวภาพตัวอักษรคือ ส่วนที่เป็นช่องว่างปิดขนาดเล็กในภาพตัวอักษร ไม่มีตำแหน่งที่แน่นอนอาจอยู่ในส่วนบนของภาพตัวอักษร หรือส่วนกลางของภาพตัวอักษร หรือส่วนกลางของภาพตัวอักษรก็ได้เช่นกัน ภาพตัวอักษรสามารถมีหัวตัวอักษรมากกว่า 1 หัวภายในภาพตัวอักษรเดียวกันได้ เช่นภาพตัวอักษร “น” ภาพตัวอักษร “ม” เป็นต้น ดังรูปที่ 4.14 ในภาพตัวอักษรภาษาไทยมีภาพหัวตัวอักษรที่มีจำนวนมากที่สุดเพียง 2 หัวตัวอักษร น้อยที่สุดคือไม่มีหัวของภาพตัวอักษรเลย ภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยเป็นลักษณะของภาพตัวอักษรที่มีหัวตัวอักษร (ขึ้นอยู่กับรูปแบบตัวอักษร) จะมีเพียงภาพตัวอักษรระดับกลางเพียง 3 ภาพตัวอักษรเท่านั้นที่ไม่มีคุณลักษณะนี้คือ ภาพตัวอักษร “ก” ภาพตัวอักษร “ธ” และภาพตัวอักษร “า” ดังรูปที่ 4.15 ส่วนภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาอังกฤษไม่มีส่วนของหัวตัวอักษรแต่มีภาพตัวอักษรระดับกลางที่มีลักษณะที่คล้ายคลึงกับส่วนของหัวตัวอักษรดังแสดงในตารางที่ 4.4 ภาพตัวอักษรทั้งหมดที่แสดงในตารางมีส่วนที่คล้ายกับหัวตัวอักษรคือมีส่วนที่เป็นช่องว่างปิดภายในตัวอักษรระดับกลาง

ตารางที่ 4.4 แสดงภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับหัวตัวอักษรภาษาไทย

ภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีลักษณะคล้ายคลึงกับภาพตัวอักษรภาษาไทยในการพิจารณาลักษณะเด่นหัวตัวอักษร	A P R a b d e g p q

รูปที่ 4.14 ภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยที่มีหัวตัวอักษรจำนวน 2 หัวตัวอักษร

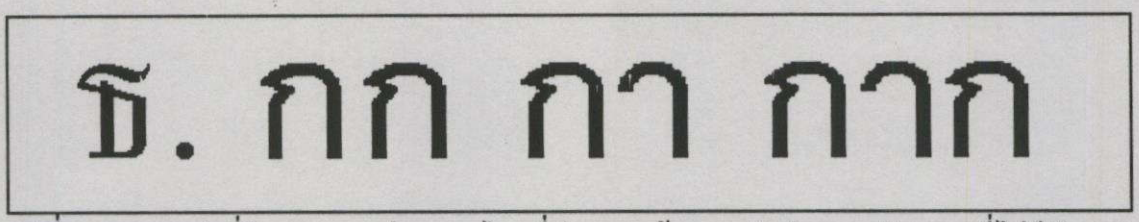
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.15 แสดงภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยที่ไม่มีหัวตัวอักษร

ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว จึงจำเป็นที่ต้องทำการแยกให้ได้ว่าช่องว่างปิดภายในภาพตัวอักษรที่พบนั้นเป็นช่องว่างปิดที่เป็นหัวของภาพตัวอักษรหรือเป็นช่องว่างปิดที่ไม่ใช่หัวของภาพตัวอักษร การที่จะแยกให้ได้ว่าเป็นช่องว่างปิดที่เป็นหัวของภาพตัวอักษรหรือไม่นั้น ในที่นี้จะใช้ขนาดของช่องว่างปิดเป็นตัวกำหนดว่าเป็นภาพหัวตัวอักษรหรือไม่

จากคุณลักษณะเด่นที่กล่าวมาทั้งหมด จะเห็นได้ว่าคุณลักษณะเด่นที่พิจารณาส่วนโค้งของภาพตัวอักษรและคุณลักษณะเด่นที่พิจารณาจำนวนขาของภาพตัวอักษรนั้นไม่มีคุณลักษณะเด่นเพียงพอที่จะนำมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษได้ ดังนั้นลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรระดับกลางภาษาไทยที่สามารถนำมาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ คือ การตรวจหาลักษณะเด่นหัวของภาพตัวอักษร เนื่องจากตัวอักษรภาษาไทยเป็นตัวอักษรที่มีหัวของตัวอักษร ยกเว้นตัวอักษร ก ธ และ า ถ้าใช้การหาช่องว่างภายในตัวอักษรเป็นตัวแบ่งแยกก็จะมีตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีลักษณะคล้ายกันดังที่ได้กล่าวมาแล้ว แต่ช่องว่างภายในตัวอักษรที่เกิดขึ้นในตัวอักษรภาษาอังกฤษจะมีขนาดที่ใหญ่กว่าช่องว่างภายในหัวตัวอักษรภาษาไทยจึงได้นำส่วนที่แตกต่างนี้มาใช้ในการแยกภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีส่วนคล้ายคลึงกับส่วนที่เป็นหัวตัวอักษรภาษาไทยออกจากภาพตัวอักษรภาษาไทย ในส่วนของภาพตัวอักษรภาษาไทยที่ไม่มีหัวตัวอักษร เมื่อนำมาผสมกับภาพตัวอักษรอื่นๆ ที่มีหัวของตัวอักษร ก็สามารถคัดแยกได้เนื่องจากว่าการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษนั้นเป็นการคัดแยกภาพตัวอักษรทั้งวรรค แต่ก็มีภาพตัวอักษรคำเดี่ยวที่มีความหมายที่ไม่สามารถคัดแยกได้คือ ภาพตัวอักษรคำว่า “ธ.” “กา” “กาก” “กก” ดังรูปที่ 4.16

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



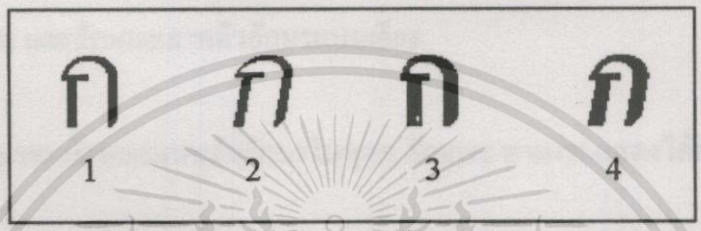
รูปที่ 4.16 แสดงคำที่มีความหมายในภาษาไทยที่ประกอบด้วยภาพตัวอักษรระดับกลางที่ไม่มีหัวภาพตัวอักษรทั้งหมด

วิธีการหาหัวภาพตัวอักษรซึ่งเป็นการหาช่องว่างปิดภายในตัวอักษรนี้ เป็นวิธีการเดียวกันกับที่ใช้ในการหาช่องว่างภายในภาพสระบน แต่จะต้องมีการนำขนาดของช่องว่างปิดที่พบมาใช้ด้วย ดังที่กล่าวไว้แล้วว่าหัวของภาพตัวอักษรจะเป็นช่องว่างปิดที่มีขนาดเล็ก ดังนั้นในงานวิจัยจึงกำหนดว่าถ้าช่องว่างปิดภายในมีขนาดเล็กกว่าหรือเท่ากับ 1 ใน 5 ส่วนของขนาดความสูงของภาพตัวอักษรจะถือว่าช่องว่างปิดที่พิจารณานั้นเป็นหัวภาพตัวอักษร ดังรูปที่ 3.15 (มี 2 ช่องว่าง ช่องว่างบนจะไม่ใช่หัวตัวอักษร ส่วนช่องว่างล่างเป็นหัวตัวอักษร) หากพบว่าเป็นหัวของตัวอักษร สามารถสรุปได้ว่าวรรคนั้นเป็นอักษรภาษาไทยทั้งวรรค

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรภาษาไทย(style)

ลักษณะของแบบตัวอักษรมี 4 ลักษณะคือ 1.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบปกติ 2.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบเอียง 3.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนา และ 4.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนาและเอียงดังรูปที่ 5.1



รูปที่ 5.1 แสดงลักษณะแบบตัวอักษรตัวอย่าง ประกอบด้วย 1.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบปกติ 2.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบเอียง 3.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนา และ4.ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนาและเอียง โดยเรียงตามลำดับตัวเลข

ในงานวิจัยนี้ได้ใช้วิธีการในการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรลักษณะใด[4] ดังนั้นจะต้องนำลักษณะเด่นของภาพตัวอักษรในลักษณะต่างๆ มาใช้ในการพิจารณาว่าเป็นภาพตัวอักษรลักษณะใด เมื่อได้พิจารณาที่ภาพตัวอักษรภาษาไทยพบว่าภาพตัวอักษรในแต่ละลักษณะมีคุณลักษณะพิเศษที่แตกต่างกันดังนี้

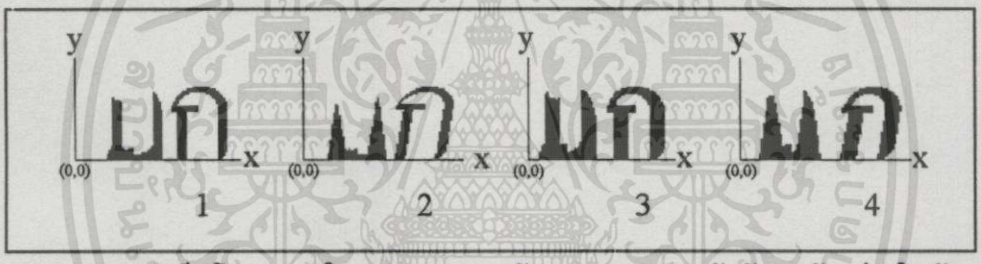
1. ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบปกติภาษาไทย เมื่อทำการ projection ทางแนวตั้งจะพบว่าจะมีอย่างน้อย 1 ค่าที่มีจำนวน pixel เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความสูงของภาพตัวอักษรในระดับกลางภาษาไทย
2. ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนาภาษาไทย จะมีคุณลักษณะพิเศษ 2 อย่างคือ หนึ่งเมื่อทำการ projection ทางแนวตั้งจะพบว่าจะมีอย่างน้อย 1 ค่าที่มีจำนวน pixel เท่ากับหรือใกล้เคียงกับความสูงของภาพตัวอักษรในระดับกลางภาษาไทย และสองเมื่อทำการเดินขวางภาพตัวอักษรในตำแหน่งกลางภาพตัวอักษรระดับกลางแล้วทำการนับจำนวน pixel ที่เป็นเนื้อของภาพตัวอักษรในตำแหน่งที่ได้เดินผ่านแล้วหาค่าที่น้อยที่สุด จะทำให้ทราบว่าภาพตัวอักษรนั้นมีความหนาที่น้อยที่สุดเท่าใด ซึ่งลักษณะของภาพตัวอักษรแบบหนานั้นจะมีความหนามากกว่าลักษณะภาพตัวอักษรธรรมดา และลักษณะภาพตัวอักษรแบบเอียง
3. ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบเอียงภาษาไทย จะมีลักษณะพิเศษคือ ภาพตัวอักษรจะมีความลาดเอียงในแนวตั้ง โดยที่จำนวนเนื้อภาพในแนวขวางมีขนาดเท่ากับภาพตัวอักษรแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

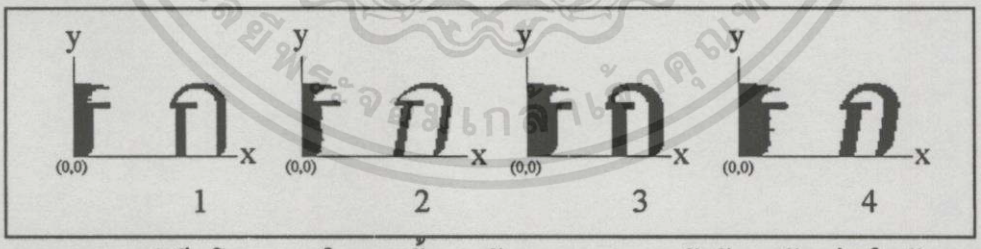
ธรรมดา และเมื่อนำมาทำการ projection ในแนวตั้งจะพบว่าจำนวนของ pixel ที่พบจะมีจำนวนน้อยกว่าความสูงของภาพตัวอักษร ซึ่งขึ้นอยู่กับรูปแบบตัวอักษร โดยบางแบบตัวอักษรอาจจะมีความลาดเอียงมากทำให้ค่าของ pixel ที่ได้มีจำนวนน้อยกว่าความสูงมาก

4. ลักษณะของแบบภาพตัวอักษรแบบหนาและเอียงภาษาไทย จะมีคุณลักษณะพิเศษ 2 อย่างคือ หนึ่งภาพตัวอักษรจะมีความลาดเอียงในแนวตั้ง และสองเมื่อทำการเดินขวางภาพตัวอักษรในตำแหน่งกลางภาพตัวอักษรระดับกลางแล้วทำการนับจำนวน pixel ที่เป็นเนื้อของภาพตัวอักษรในตำแหน่งที่ได้เดินผ่านแล้วหาค่าที่น้อยที่สุด จะทำให้ทราบว่าภาพตัวอักษรนั้นมีความหนาที่น้อยที่สุดเท่าใด ซึ่งลักษณะของภาพตัวอักษรแบบหนานั้นจะมีความหนามากกว่าลักษณะภาพตัวอักษรธรรมดา และลักษณะภาพตัวอักษรแบบเอียง

จากคุณลักษณะพิเศษของลักษณะแบบตัวอักษรในทุกๆ ลักษณะ สามารถแสดงได้ดังรูปที่ 5.2 และรูปที่ 5.3



รูปที่ 5.2 แสดงการทำฮีสโตรแกรมในแนวนอนของลักษณะแบบภาพตัวอักษรตัวอย่างในลักษณะต่างๆ โดยเรียงลำดับตัวเลขตามคำอธิบายข้างต้น



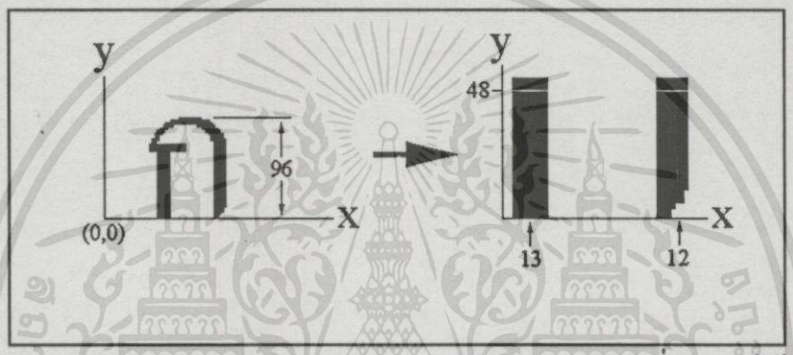
รูปที่ 5.3 แสดงการทำฮีสโตรแกรมในแนวตั้งของลักษณะแบบภาพตัวอักษรตัวอย่างในลักษณะต่างๆ โดยเรียงลำดับตัวเลขตามคำอธิบายข้างต้น

เมื่อทราบถึงคุณลักษณะที่พิเศษของลักษณะแบบภาพตัวอักษรภาษาไทยในทุกๆ ลักษณะแล้ว จึงนำเอาคุณลักษณะต่างๆ ที่โดดเด่นมาใช้ในการหาว่าภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นภาพตัวอักษรลักษณะใด ในงานวิจัยนี้ได้ทำการกำหนดคุณลักษณะพิเศษที่สามารถบ่งบอกได้ว่าเป็นภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะภาพตัวอักษรแบบใด โดยจะมีการแบ่งการหาลักษณะแบบภาพตัวอักษร

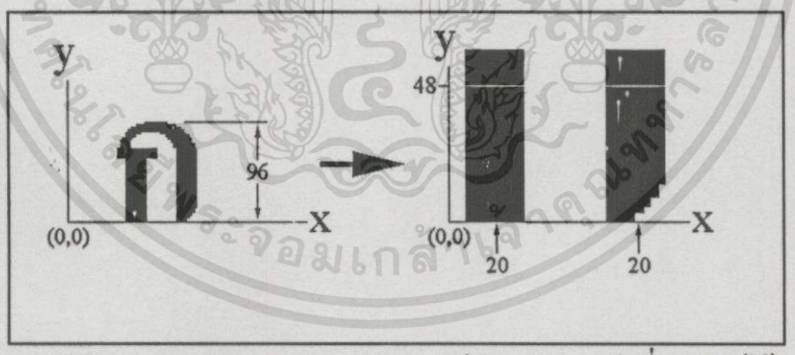
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาษาไทยออกเป็น 2 ลักษณะคือ 1. หาลักษณะแบบภาพตัวอักษรว่าเป็นลักษณะแบบหนาหรือลักษณะแบบปกติ 2. หาลักษณะแบบภาพตัวอักษรว่าเป็นลักษณะแบบเอียงหรือแบบปกติ โดยจะต้องทำการหาทั้ง 2 แบบที่กล่าวมาแล้ว และจะต้องนำมาพิจารณาหลังจากทำการหาลักษณะทั้ง 2 แบบเพื่อที่จะบอกว่าภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่นั้นเป็นลักษณะของภาพตัวอักษรแบบใด

การพิจารณาว่าภาพตัวอักษรนั้นเป็นภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะแบบหนาหรือปกติ เมื่อทำการเดินในแนวขวางภาพตัวอักษรในตำแหน่งที่ครึ่งหนึ่งของความสูงภาพตัวอักษรซึ่งโดยทั่วไปจะเป็นส่วนที่เป็นขาของภาพตัวอักษรจากนั้นจะนำค่าของส่วนที่มีจำนวน pixel ที่น้อยที่สุดมาเปรียบเทียบกับขนาดความสูงของภาพตัวอักษร ดังแสดงในรูปที่ 5.4 และรูปที่ 5.5



รูปที่ 5.4 แสดงภาพตัวอักษรแบบปกติและจำนวน pixel สีดำ ณ.ตำแหน่งที่กำหนดไว้



รูปที่ 5.5 แสดงภาพตัวอักษรแบบหนาและจำนวน pixel สีดำ ณ.ตำแหน่งที่กำหนดไว้

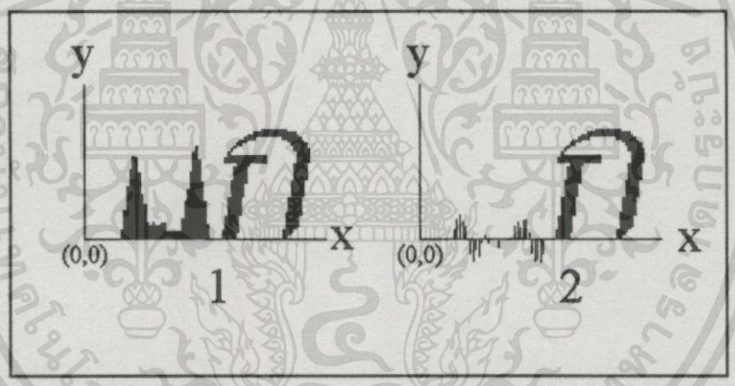
จากรูปที่ 5.4 พบว่าจำนวน pixel ที่เป็นสีดำ ณ.ตำแหน่งที่ความสูงครึ่งหนึ่งของความสูงภาพตัวอักษรมีค่าเท่ากับ 12 และ 13 ในงานวิจัยนี้มีเงื่อนไขกำหนดไว้ว่าจะนำค่าของ pixel ที่มีค่าน้อยที่สุดนำมาใช้ในการคำนวณ ดังนั้นจึงนำค่า 12 มาใช้ เมื่อนำ 12 มาเปรียบเทียบกับความสูงของภาพตัวอักษรในที่นี้มีค่าเท่ากับ 96 พบว่า จำนวน pixel ที่พบมีค่าคิดเป็น 1 ใน 8 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษร และจากรูปที่ 5.5 พบว่าจำนวน pixel ที่เป็นสีดำ ณ.ตำแหน่งที่ความสูงครึ่งหนึ่งของ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

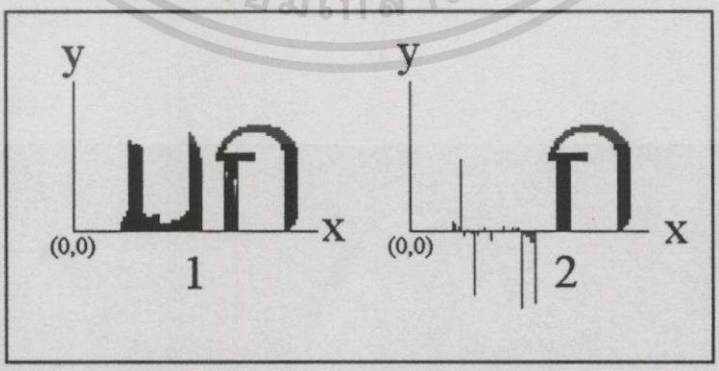
ความสูงภาพตัวอักษรมีค่าเท่ากับ 20 เมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงภาพตัวอักษรซึ่งเท่ากับ 96 พบว่าจำนวน pixel ที่พบมีค่าคิดเป็น 1 ใน 4.8 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษร

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าภาพตัวอักษรลักษณะแบบหนาจะมีจำนวน pixel มากกว่าภาพตัวอักษรปกติ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงภาพตัวอักษร จะเห็นได้ว่า ภาพตัวอักษรลักษณะหนาจะมีสัดส่วนของจำนวน pixel กับความสูงภาพตัวอักษรที่น้อยกว่า สัดส่วนของภาพตัวอักษรปกติ จึงนำค่าที่ได้มาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่าเป็นภาพตัวอักษรลักษณะหนาหรือปกติ โดยมีการกำหนดให้ว่าภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะหนาจะมีจำนวน pixel ในแนวขวางมากกว่า 1 ใน 6 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่ และถ้าหากจำนวน pixel ในแนวขวางน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ใน 6 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่ ภาพตัวอักษรนั้นจะเป็นภาพตัวอักษรแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 5.4

การพิจารณาว่าภาพตัวอักษรนั้นเป็นภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะแบบเอียงหรือปกติ ในการหาลักษณะภาพตัวอักษรว่าเป็นตัวเอียงหรือไม่นั้นจำเป็นจะต้องใช้วิธีการหาค่าฮีสโตรแกรม โดยจะใช้การหาค่าฮีสโตรแกรมในแนวนอน ดังแสดงในรูปที่ 5.6 และรูปที่ 5.7



รูปที่ 5.6 แสดงค่าของการทำฮีสโตรแกรมแนวนอน(1) และการหาค่าความแตกต่างของฮีสโตรแกรมระหว่างจุดที่ติดกัน(2) ของภาพตัวอักษรลักษณะเอียง



รูปที่ 5.7 แสดงค่าของการทำฮีสโตรแกรมแนวนอน(1) และการหาค่าความแตกต่างของฮีสโตรแกรมระหว่างจุดที่ติดกัน(2) ของภาพตัวอักษรปกติ

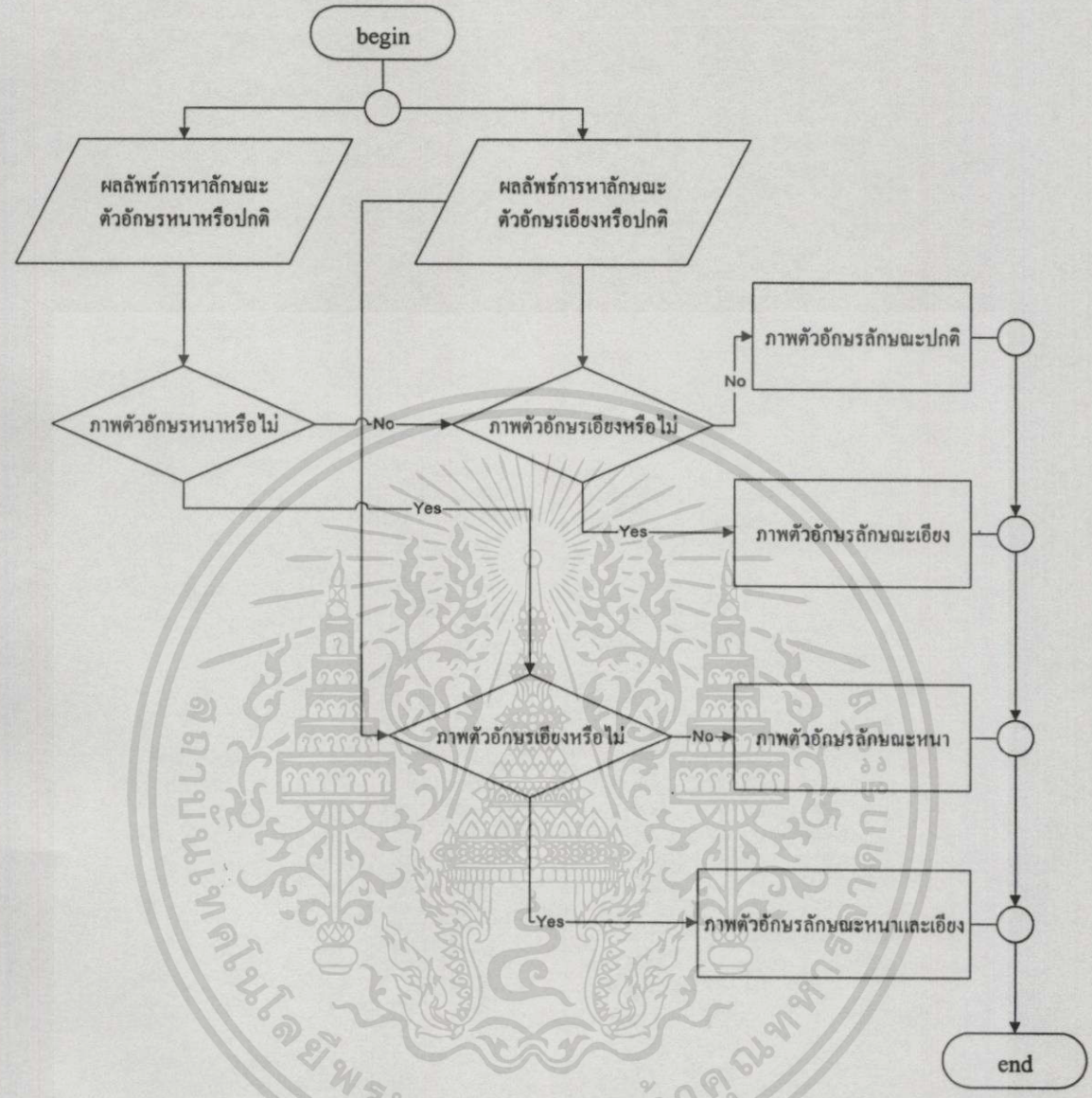
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 5.6 ในส่วนหมายเลข 2 จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการทำฮีสโตรแกรมจะมีค่าทั้งที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบ ในงานวิจัยนี้มีเงื่อนไขกำหนดว่าจะนำค่าที่เป็นบวกที่มีค่าสูงสุดและค่าที่เป็นลบสูงสุดมาใช้ในการคำนวนเปรียบเทียบกับความสูงของภาพตัวอักษร พบว่าค่าที่เป็นบวกสูงสุดมีค่าเป็น 2 ใน 3 ส่วน_ของความสูงภาพตัวอักษร และค่าที่เป็นลบสูงสุดมีค่าเป็น 3 ใน 4 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษร และจากรูป 5.7 ในส่วนหมายเลข 2 จะเห็นว่าค่าที่ได้จากการทำฮีสโตรแกรมจะมีค่าทั้งที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบ เมื่อนำค่าที่เป็นบวกสูงสุดและค่าที่เป็นลบสูงสุดมาเปรียบเทียบกับความสูง พบว่าค่าที่เป็นบวกสูงสุดมีค่าเป็น 2 ใน 9 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษร และค่าที่เป็นลบสูงสุดมีค่าเป็น 1 ใน 5 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษร

ดังนั้นจะเห็นได้ว่าภาพตัวอักษรลักษณะแบบเอียงจะมีค่าที่ได้จากการทำฮีสโตรแกรมน้อยกว่าภาพตัวอักษรปกติทั้งในค่าที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบ และเมื่อนำมาเปรียบเทียบกับความสูงภาพตัวอักษร จะเห็นได้ว่า ภาพตัวอักษรลักษณะเอียงจะมีสัดส่วนของค่าที่ได้จากการทำฮีสโตรแกรมทั้งค่าที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบ กับความสูงภาพตัวอักษรที่น้อยกว่า สัดส่วนของภาพตัวอักษรปกติ จึงนำค่าที่ได้มาใช้เป็นเกณฑ์ในการตัดสินว่าเป็นภาพตัวอักษรลักษณะหนาหรือปกติ โดยมีการกำหนดให้ว่าภาพตัวอักษรที่เป็นลักษณะเอียงจะมีค่าที่เป็นบวกและค่าที่เป็นลบมากกว่า 1 ใน 2 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่ และถ้าหากค่าที่เป็นบวกหรือค่าที่เป็นลบมีค่าน้อยกว่า 1 ใน 2 ส่วนของความสูงภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่ ภาพตัวอักษรนั้นจะเป็นภาพตัวอักษรแบบปกติ ดังแสดงในรูปที่ 5.6

เมื่อผ่านการพิจารณาลักษณะของภาพตัวอักษรทั้ง 2 ลักษณะแล้วจะต้องนำผลที่ได้มาทำการพิจารณาอีกครั้งหนึ่งว่าภาพตัวอักษรที่พิจารณาอยู่นั้นแท้จริงแล้วเป็นภาพตัวอักษรลักษณะใดใน 4 ลักษณะ ขั้นตอนในการพิจารณาสามารถเขียนเป็น flowchart ได้ดังรูปที่ 5.8

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

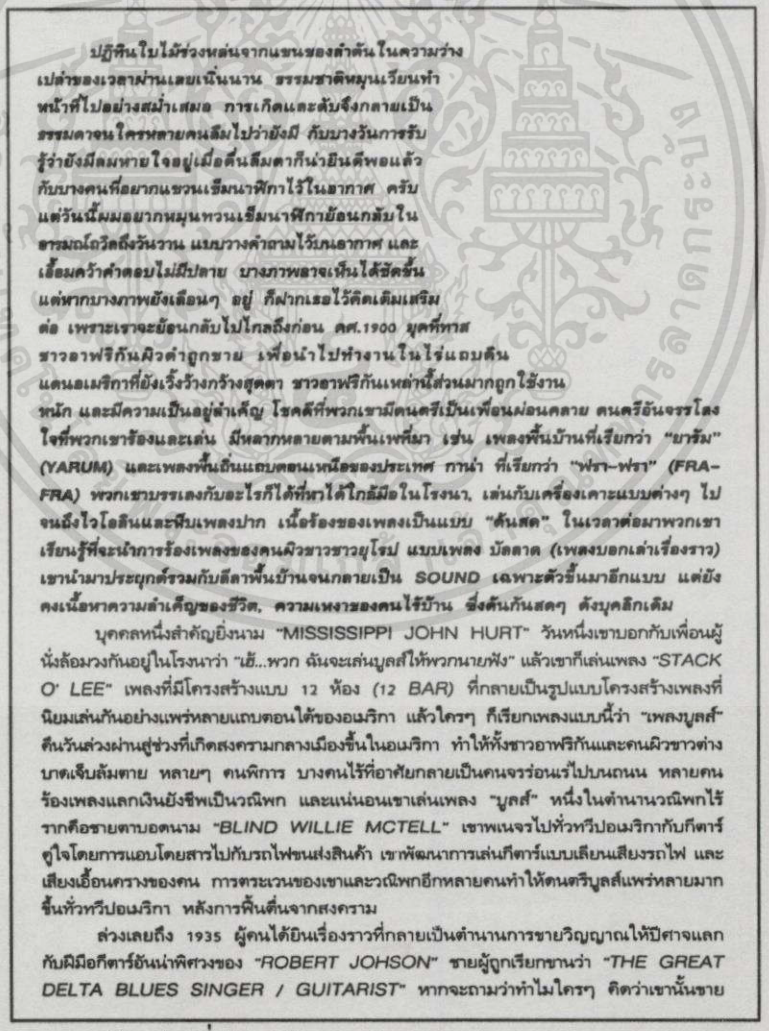


รูปที่ 5.8 แสดงขั้นตอนการพิจารณาลักษณะภาพตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
สรุปผลการทดลองและแนะนำแนวทางการดำเนินงานต่อไป

จากบทที่ 4 และ 5 ได้กล่าวถึงการแยกวรรคภาพตัวอักษรว่าเป็นวรรคภาพตัวอักษรของภาษาไทยหรือตัวอักษรภาษาอังกฤษ และกล่าวถึงการตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรภาษาไทย ในงานวิจัยนี้ได้ทำการพัฒนาโปรแกรมโดยใช้ Microsoft Visual C++ เวอร์ชัน 5.0 และได้ทำการทดลองวิธีการดังกล่าวกับข้อมูลจากแหล่งต่างๆ ที่ตรงตามข้อกำหนดของงานวิจัย เช่น หนังสือพิมพ์ นิตยสาร เอกสารที่ได้จากการพิมพ์โดยเครื่องพิมพ์ชนิดเลเซอร์ โดยประกอบด้วยข้อมูลเอกสารที่เป็นตัวอักษรภาษาไทยล้วน เอกสารที่เป็นตัวอักษรภาษาอังกฤษล้วน และเอกสารที่มีตัวอักษรภาษาไทยและตัวอักษรภาษาอังกฤษปนกัน โดยมีตัวอย่างของภาพเอกสารที่นำมาทำการทดลองดังแสดงในรูปที่ 6.1



ปฏิทินใบไม้ร่วงหล่นจากขนของลำต้นในความว่าง เปล่าของเวลาผ่านเลยเนิ่นนาน ธรรมชาติหมุนเวียนทำหน้าที่ไปอย่างสม่ำเสมอ การเกิดและดับจึงกลายเป็นธรรมดาจนใครหลายคนลืมไปว่ายังมี กับบางวันการรับรู้ว่ายังมีลมหายใจอยู่เมื่อตื่นลืมตาก็นำยินดีพอแล้ว กับบางคนที่อยากแขวนเข็มนาฬิกาไว้ในอากาศ ครับ แต่วันนี้ผมอยากหมุนหวนเข็มนาฬิกาย้อนกลับในความคิดถึงวันวาน แบบวางคำถามไว้บนอากาศ และเอื้อมคว้าคำตอบไม่มีปลาย บางภาพอาจเห็นได้ชัดขึ้น แต่หากบางภาพยังเลือนๆ อยู่ ก็ฝากเธอไว้คิดเติมเสริมต่อ เพราะเราจะย้อนกลับไปไกลถึงก่อน คศ.1900 บุคคที่ทาส ชาวอาฟริกันผิวดำถูกขาย เพื่อนำไปทำงานในไร่แถบดินแดนอเมริกาที่ยังเวิ้งว้างกว้างสุดตา ชาวอาฟริกันเหล่านี้ส่วนมากถูกใช้งานหนัก และมีความเป็นอยู่ต่ำเตี้ย โชคดีที่พวกเขามีดนตรีเป็นเพื่อนผ่อนคลาย ดนตรีอันจรรโลงใจที่พวกเขาร้องและเล่น มีหลากหลายตามพื้นเพที่มา เช่น เพลงพื้นบ้านที่เรียกว่า "ยาร้ม" (YARUM) และเพลงพื้นถิ่นแถบตอนเหนือของประเทศ กานา ที่เรียกว่า "ฟรา-ฟรา" (FRA-FRA) พวกเขาบรรเลงกับอะไรก็ได้ที่หาได้ใกล้มือในโรงนา, เล่นกับเครื่องเคาะแบบต่างๆ ไปจนถึงไวโอลินและพิณเพลงปาก เนื้อร้องของเพลงเป็นแบบ "ด้นสด" ในเวลาต่อมาพวกเขาเรียนรู้ที่จะนำการร้องเพลงของคนผิวขาวชาวยุโรป แบบเพลง บัลลาด (เพลงบอกเล่าเรื่องราว) เขานำมาประยุกต์รวมกับลีลาพื้นบ้านจนกลายเป็น SOUND เฉพาะตัวขึ้นมาอีกแบบ แต่ยังคงเนื้อหาความลำเค็ญของชีวิต, ความเหงาของคนไร้บ้าน ซึ่งต้นกันสดๆ ดังบุคลิกเดิม

บุคคลหนึ่งสำคัญยิ่งนาม "MISSISSIPPI JOHN HURT" วันหนึ่งเขาบอกกับเพื่อนผู้นั่งล้อมวงกันอยู่ในโรงนาว่า "เฮ้...พวก ฉันจะเล่นบูลส์ให้พวกนายฟัง" แล้วเขาก็เล่นเพลง "STACK O' LEE" เพลงที่มีโครงสร้างแบบ 12 ห้อง (12 BAR) ที่กลายเป็นรูปแบบโครงสร้างเพลงที่นิยมเล่นกันอย่างแพร่หลายแถบตอนใต้ของอเมริกา แล้วใครๆ ก็เรียกเพลงแบบนี้ว่า "เพลงบูลส์" คืนวันล่วงผ่านสู่ช่วงที่เกิดสงครามกลางเมืองขึ้นในอเมริกา ทำให้ทั้งชาวอาฟริกันและคนผิวขาวต่างบาดเจ็บล้มตาย หลายๆ คนพิการ บางคนไร้ที่อาศัยกลายเป็นคนจรร่อนเร่ไปบนถนน หลายคนร้องเพลงแลกเงินยังชีพเป็นวณิพก และแน่นอนเขาเล่นเพลง "บูลส์" หนึ่งในตำนานวณิพกไร้รากคือชายตาบอดนาม "BLIND WILLIE MCTELL" เขาพเนจรไปทั่วทวีปอเมริกากับกีตาร์คู่ใจโดยการแอบโดยสารไปกับรถไฟขนส่งสินค้า เขาพัฒนาการเล่นกีตาร์แบบเลียนเสียงรถไฟ และเสียงเอื้อนครวญของคน การตระเวนของเขาและวณิพกอีกหลายคนทำให้ดนตรีบูลส์แพร่หลายมากขึ้นทั่วทวีปอเมริกา หลังการฟื้นตื่นจากสงคราม

ล่วงเลยถึง 1935 ผู้คนได้ยินเรื่องราวที่กลายเป็นตำนานการขายวิญญาณให้ปีศาจแลกกับฝีมือกีตาร์อันน่าพิศวงของ "ROBERT JOHSON" ชายผู้ถูกเรียกขานว่า "THE GREAT DELTA BLUES SINGER / GUITARIST" หากจะถามว่าทำไมใครๆ คิดว่าเขานั้นขาย

รูปที่ 6.1 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่นำมาทำการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6.1 สรุปผลการทดลอง

จากการทดลองกับภาพเอกสารตัวอย่าง แสดงให้เห็นว่าในส่วนของการแบ่งแยกวรรคภาพตัวอักษรและตรวจสอบว่าวรรคภาพนั้นเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ สามารถทำการแบ่งแยกวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยและวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษได้ถูกต้อง โดยภาพเอกสารนั้นจะต้องอยู่ในเงื่อนไขที่กำหนดไว้หากภาพเอกสารที่จะนำมาทำการทดลองไม่ตรงตามเงื่อนไข อาจทำให้ผลของการแยกวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยและวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษผิดไป ผลของการทดลองสามารถนำมาสรุปได้ดังตารางที่ 6.1

ตารางที่ 6.1 แสดงผลของการตรวจสอบวรรคภาพว่าเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยหรือวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษเมื่อทำการทดลองกับภาพเอกสารตัวอย่าง

รูปแบบเอกสารภาพตัวอักษรที่นำมาทดลอง	ตรวจสอบถูกต้อง (วรรค)	ตรวจสอบไม่ถูกต้อง (วรรค)	ตรวจสอบถูกต้อง (เปอร์เซ็นต์)
ภาพเอกสารภาษาไทยล้วน (730 วรรค)	729	1	99.86
ภาพเอกสารภาษาอังกฤษล้วน (1690วรรค)	1680	10	99.40
ภาพเอกสารผสม (4902 วรรค แบ่งเป็น ไทย 3334 วรรค และอังกฤษ 1568 วรรค)	4875	27	99.45
รวม (7322 วรรค แบ่งเป็น ไทย 4064 วรรค และอังกฤษ 3258 วรรค)	7284	38	99.48

จากตารางที่ 6.1 พบว่าความสามารถในการตรวจว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษนั้นมีความถูกต้องเฉลี่ยเท่ากับ 99.48 เปอร์เซ็นต์ นั่นหมายถึงว่า งานวิจัยนี้สามารถแยกภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษออกจากกันได้โดยมีความถูกต้องโดยเฉลี่ยเท่ากับ 99.48 เปอร์เซ็นต์ ในส่วนของการตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรภาษาไทย ผลการทดลองแสดงในตารางที่ 6.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ตารางที่ 6.2 แสดงผลของการตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรเมื่อทำการทดลองกับภาพเอกสารตัวอย่าง

เอกสารภาพตัวอักษรภาษาไทยที่นำมาตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษร	ตรวจสอบถูกต้อง (วรรค)	ตรวจสอบไม่ถูกต้อง (วรรค)	ตรวจสอบถูกต้อง (เปอร์เซ็นต์)
ภาพตัวอักษรแบบปกติ (3279 วรรค)	3203	76	97.68
ภาพตัวอักษรแบบหนา (310 วรรค)	295	15	95.16
ภาพตัวอักษรแบบเอียง (286 วรรค)	274	12	95.80
ภาพตัวอักษรแบบหนาและเอียง (189 วรรค)	181	8	95.77
รวม (4064 วรรค)	3953	111	97.27

จากตารางที่ 6.2 พบว่าสามารถทำการตรวจหาลักษณะของแบบภาพตัวอักษรภาษาไทยได้ถูกต้องโดยเฉลี่ย 97.27 เปอร์เซ็นต์

สรุปข้อผิดพลาดที่พบจากการทดลอง

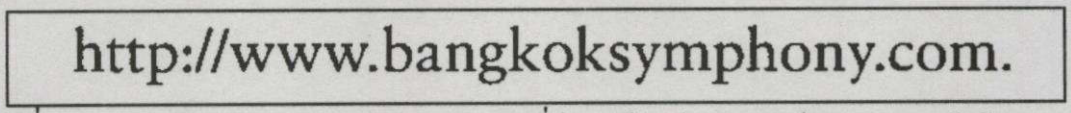
1. ภาพตัวอักษรภาษาไทยและภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษในบรรทัดเดียวกันพิมพ์ติดกันโดยไม่มีการวรรคจะทำให้วรรคภาพที่เป็นภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษถูกตรวจสอบว่าเป็นวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยดังรูปที่ 6.2

ทั่ง ทอม เบอร์ซินสกี้(TOM BORCZYNSKI) ออกแบบกระสุน

รูปที่ 6.2 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่ไม่มีการแบ่งวรรคระหว่างตัวอักษรภาษาไทยกับตัวอักษรภาษาอังกฤษ

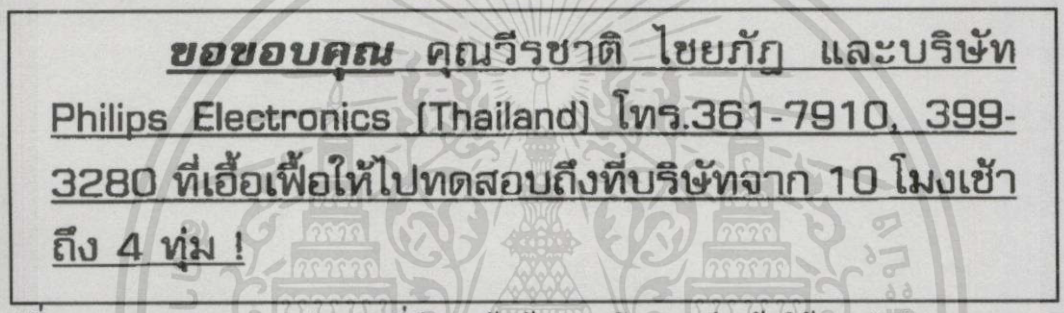
2. ภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษที่มีการเขียนต่อกันและมีจำนวนภาพตัวอักษรมากกว่า 20 ภาพตัวอักษร ทำให้ผลของการแยกวรรคของภาพตัวอักษรผิดพลาดไป คือแสดงว่าวรรคภาพนั้นเป็นวรรคภาพภาษาไทยดังแสดงในรูปที่ 6.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



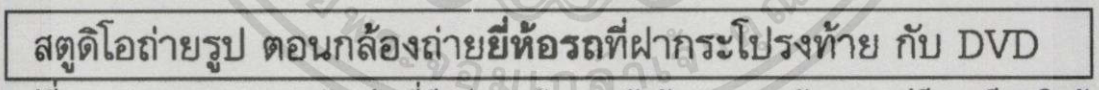
รูปที่ 6.3 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างภาษาอังกฤษที่มีการเขียนต่อกันและมีจำนวนภาพตัวอักษรมากกว่า 20 ภาพ

3. ภาพตัวอักษรที่มีการเน้นข้อความโดยการขีดเส้นใต้ภาพตัวอักษร ทำให้ไม่สามารถทำการแบ่งแยกวรรคภาพได้ ดังนั้นหากภายในการเน้นข้อความโดยการขีดเส้นใต้ประกอบด้วยวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยและวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษก็จะไม่สามารถแยกวรรคภาพตัวอักษรได้ถูกต้องดังแสดงในรูปที่ 6.4



รูปที่ 6.4 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีการเน้นข้อความโดยการขีดเส้นใต้ภาพตัวอักษร

4. ภาพตัวอักษรที่มีรูปแบบลักษณะตัวอักษรคนละลักษณะกัน เขียนติดกันโดยไม่มีการเว้นวรรค จึงไม่สามารถแสดงรูปแบบลักษณะตัวอักษรที่ถูกต้องได้ ดังแสดงในรูปที่ 6.5



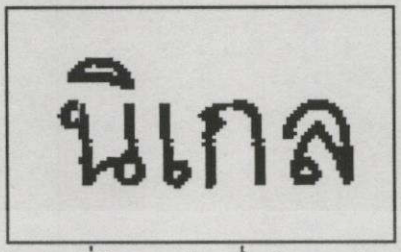
รูปที่ 6.5 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีรูปแบบลักษณะตัวอักษรคนละลักษณะแต่มีการเขียนติดกัน

5. ภาพตัวอักษรที่เป็นคำที่มีตัวอักษรเพียงตัวเดียงและตัวอักษรนั้นมีความโค้งมนทำให้การตรวจสอบลักษณะภาพตัวอักษรผิดพลาดไป ดังแสดงในรูปที่ 6.6

รูปที่ 6.6 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความโค้งมนทำให้การตรวจสอบลักษณะผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. ภาพตัวอักษรบางภาพมีความเอียงซึ่งเกิดจากนำภาพเข้าสู่คอมพิเตอร์ ทำให้การตรวจสอบลักษณะภาพตัวอักษรผิดพลาดไป ดังแสดงในรูปที่ 6.7



รูปที่ 6.7 แสดงภาพเอกสารตัวอย่างที่มีความเอียงซึ่งเกิดจากนำภาพเข้าสู่คอมพิวเตอร์ ทำให้การตรวจสอบลักษณะภาพตัวอักษรผิดพลาด

6.2 แนวทางในการพัฒนาต่อในอนาคต

ในส่วนของการแยกภาพตัวอักษรว่าเป็นภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษหรือภาพตัวอักษรภาษาไทย ซึ่งในงานวิจัยนี้จัดทำการเขียนโปรแกรมเพื่อทดสอบอัลกอริทึมที่สร้างขึ้นโดยมีเงื่อนไขกำหนดข้อหนึ่งว่าภาพตัวอักษรภาษาไทยที่จะนำมาทดสอบจะต้องเป็นรูปแบบตัวอักษรที่มีหัวตัวอักษร แต่ยังมีรูปแบบตัวอักษรที่ไม่มีหัวตัวอักษรอีกจำนวนมากที่นิยมใช้ในงานเอกสารทั่วไป ดังนั้นหากสามารถปรับปรุงอัลกอริทึมให้สามารถใช้ได้กับทุกรูปแบบตัวอักษรภาษาไทยจะทำให้มีความสะดวก และสามารถใช้ได้กับทุกๆ เอกสารที่ต้องการทำการแยกวรรคภาพตัวอักษรภาษาไทยและวรรคภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษออกจากกัน

ในส่วนของการตรวจหาลักษณะรูปแบบตัวอักษรว่าเป็นลักษณะใดนั้น จะเห็นว่าเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องในการหาลักษณะตัวอักษรแบบเอียงนั้นมีความถูกต้องน้อยที่สุด เนื่องจากว่าภาพตัวอักษรภาษาไทยมีความซับซ้อนมากกว่าภาพตัวอักษรภาษาอังกฤษ รูปแบบตัวอักษรบางรูปแบบมีความโค้งมนถึงแม้จะเป็นลักษณะปกติก็ตาม คำที่เป็นคำเดี่ยวในภาษาไทยที่ภาพตัวอักษรระดับกลางมีความซับซ้อนหรือโค้งมนมาก จะทำให้การตรวจสอบผิดพลาดไป ดังนั้นจึงจำเป็นต้องหาคุณลักษณะเด่นอย่างอื่นของภาพตัวอักษรแบบเอียงมาใช้ร่วมกัน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] พิเศษพงศ์ สุธาพันธ์. "การประมวลผลเอกสารภาษาไทยเพื่อหาโครงสร้างของเอกสาร." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2544.

[2] พงษ์สุรีย์ วิ้มมณีวิจิตร. "การเชื่อมต่อลายเส้นที่ขาดหายไปของอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543.

[3] จักริน สุขสวัสดิ์ชน. "การวิเคราะห์และแบ่งตัวพิมพ์อักษรไทยที่สัมผัสกัน." วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2543.

[4] Anil K. Jain, Yu Zhong. "Page segmentation using texture analysis." Pattern Recognition , Vol.29, No.5, 1996, pp.743-749.

[5] Chularat Tanprasert, Sutat Sae-Tang "Thai type style recognition." ISCAS'99, Proceeding of the 1999 IEEE International Symposium on, Vol.4, 1999, pp.IV-336 – IV-339.

[6] Abdelwahab Zramdini, Rolf Ingold "Optical Font Recognition Using Typographical Feature." IEEE Transaction on Pattern Analysis and Machine Intelligence, Vol.20, No.8, 1998, pp.877-882.

[7] ศุภกร รัตนปราการ. "การแยกสระและวรรณยุกต์ระดับบนล่างออกจากสายอักขระตัวพิมพ์ไทย" วิทยานิพนธ์วิทยาศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาเทคโนโลยีสารสนเทศ บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง. 2542.

[8] ศุภกร รัตนปราการ, บุญธีร์ เครือตราชู. "การวิเคราะห์การติดกันและการตัดแยกของตัวอักษรพิมพ์ไทยโดยใช้ลักษณะทางแนวตั้งและแนวนอนของฮีสโตรแกรม." วารสารสารสนเทศลาดกระบัง, ปีที่4, ฉบับที่1, กรกฎาคม 2542. หน้า 21-30.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รูปแบบการจัดเก็บภาพแบบบิตแมพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปแบบของไฟล์ภาพบิตแมพมีดังตารางต่อไปนี้

ตารางที่ ก.1 แสดงรูปแบบของไฟล์ภาพบิตแมพ

ลำดับที่	ชื่อ	คำอธิบาย	ชนิด	ขนาด (bytes)
1	bftype	มีค่าเป็น "BM"	Word	2
2	bfsize	บอกขนาดของไฟล์	DWord	4
3	bfReserved1	มีค่าเป็น 0	Word	2
4	bfReserved2	มีค่าเป็น 0	Word	2
5	bfOffBits	บอกขนาดของหัวไฟล์	DWord	4
6		ขนาดของ bitmapinfoheader	DWord	4
7	biWidth	ความกว้างของรูป	DWord	4
8	biHeight	ความสูงของรูป	DWord	4
9	biPlanes	มีค่าเป็น 1	word	2
10	biBitCount	จำนวน bits per pixel	Word	2
11	biCompression	ชนิดการบีบอัดข้อมูล	DWord	4
12	biSizeImage	ขนาดของข้อมูลภาพ	Dword	4
13	biXPelsPerMeter	ความละเอียดแนวนอนจุดต่อเมตร	Long	4
14	biYPelsPerMeter	ความละเอียดแนวตั้งจุดต่อเมตร	Long	4
15	biClrUsed	มีค่าเป็น 0 หรือมีค่าเท่ากับตารางสี	Dword	4
16	biClrInportant	จำนวนของสีที่แสดงถ้ามีค่าเป็น 0 คือสำคัญทุกสี	Dword	4
17		สีดำ	Dword	4
18		สีขาว	Dword	4
			รวม	62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างเอกสารที่ใช้ในการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แม้ใบหน้าในกระจกจะเหมือนเธอราวกับเป็นเงา แต่ภาพห้องที่อยู่เบื้องหลังเงาในกระจกนั้นชักกลับเปลี่ยนไปโดยสิ้นเชิง เจนนิเฟอร์เหลียวกลับไปมองห้องของเธออย่างรวดเร็วเหมือนกับกลัวตาฝาด แต่ห้องของเธอเหมือนเดิมต่างจากเงาห้องที่อยู่ในกระจกเธอมองกลับไปในกระจกอีก แต่ห้องที่เธอไม่เคยเห็นก็ยังปรากฏอยู่ที่นั่น เจนนิเฟอร์เห็นผนังสีครีมมีไม้ขอบสีดำขนาดใหญ่ประดับตามเชิงผนัง ในห้องนั้น มีเฟอร์นิเจอร์สีมืดขนาดใหญ่ รวมทั้งเตียงสี่เสาที่มีผ้าปูเตียงลายปะติด และยังมีหน้าต่างที่มีไม้ตีประดับเป็นลูกกรงลายเหลี่ยมเพชร บานหน้าต่างเปิดออกจนเจนนิเฟอร์เห็นเงาใบโอ๊คแกว่งไกวอยู่ข้างนอก เธอรู้สึกได้ว่ามันคงสะบัดไปไปตามลมหน้าร้อน

ที่น่ากลัวที่สุดและเธอไม่เข้าใจก็คือที่ประตูสีดำบานใหญ่มีกุญแจคล้องอยู่ แทนที่จะเป็นลูกบิดเหมือนทั่วๆไป

เจนนิเฟอร์เพ่งมองรายละเอียดต่างๆอย่างช้าๆมันเป็นไปได้ยังไง เธอกำลังจ้องมองตัวเองในห้องอื่น! แต่ที่ทำให้เธอตระหนกกว่านั้นก็คือเมื่อเธอเพ่งมองเงาร่างตรงหน้าเธอเห็นใบหน้าที่เหมือนกับเธอไม่ผิดเพี้ยน แต่แต่งตัวแตกต่างไปโดยสิ้นเชิง เด็กสาวในกระจกอยู่ในชุดผ้าฝ้ายยาวแบบตรง แขนฟูแบบเซยๆ แต่แขนที่โผล่พ้นเสื้อออกมาผอมจนแทบเหลือแต่หนังหุ้มกระดูก เธอมองกลับมาที่เครื่องแต่งตัวของเธอซึ่งเป็นเสื้อในลอนขาวและกระโปรงสั้นจับจีบเรียบสีดำ

"เธอเป็นใคร?" เจนนิเฟอร์มองกลับไปที่กระจกอีก "ทำไมจู่ๆทุกอย่างถึงเปลี่ยนไปยังงี้"

ใบหน้าของเด็กสาวในกระจกซึ่งดูเหมือนเป็นใบหน้าของเธอเอง ยื่นใกล้เข้ามา

"โอ....ดีใจจริงที่ในที่สุดเธอก็เห็นฉันเสียที"เสียงนั้นแหลมสูงแต่เบาใสดุจอากาศยอดเขา "ตอนนี้เราก็คุยกันได้แล้ว ฉันจะได้รู้เรื่องสิ่งต่างๆที่เธอมีและฉันเห็นจากที่นี่ ฉันอยากจะรู้จนแทบจะตายอยู่แล้ว" เด็กสาวในกระจกหัวเราะเสียงของเธอใสราวกับระฆัง "ตอนนี้เราจะคุยเรื่องอะไรกันดีล่ะ"

"แต่....เธออยู่ไหนน่ะ?"เจนนิเฟอร์ตะกุกตะกัก

"ทำไมล่ะ ก็ฟาร์มต้นแพร์ไง มันเป็นที่ที่ฉันอยู่มาตลอดแหละ" เธอหัวเราะอีก "และฉันก็รู้ด้วยว่าเธอเป็นใคร ก็มีคนอยู่คนเดียวเท่านั้นในโลกที่เหมือนกับฉัน เจนนิเฟอร์ เธอคือเจนนิเฟอร์ เธอไม่รู้จักฉันหรือ? อย่าทำโง่หน่อยเลย ฉันคือเบลินด้าไง!"

ความตระหนกวิ่งขึ้นวิ่งลงตามไขสันหลังของเจนนิเฟอร์

"ฟาร์ม....ฟาร์มเก่านั่น เธอยังอยู่ที่นั่นหรือ?"

"ก็ใช่น่ะซี"

เจนนิเฟอร์เงยหน้าขึ้นมองใบหน้าในกระจกอย่างระมัดระวัง คิดถึงเรื่องเศร้าที่เธอเพิ่งได้ยินเมื่อไม่นานมานี้ เธอนึกแปลกใจที่ใบหน้าในกระจกไม่มีรี่แววของคนบ้าเลยยิ่งกว่านั้นภาพบรรยากาศของฟาร์มที่เธอเห็นจากหน้าต่างเบื้องหลังยังดูมีเสน่ห์เหลือเกิน เธออยากรู้เรื่องมัน และเบลินด้าก็น่าจะเล่าให้เธอฟังได้

"เอ้อ....แต่ฉันไม่ใช่เจนนิเฟอร์ของเธอ" เธอพูดอย่างระมัดระวัง "แต่ไม่รู้ว่าจะอธิบายเรื่องนี้ได้ยังไง เราต่างติดอยู่ในมิติของเวลา....!"

"ฉันไม่สนใจที่เธอบอกว่าเธอเป็นใคร และไม่สนใจว่าเราจะติดอยู่กับอะไร แต่ตลอดเวลาเราจะเป็นเพื่อนกัน จากนี้ เธอจะเล่าเรื่องที่น่าตื่นเต้นเกี่ยวกับสิ่งของที่น่าอัศจรรย์พวกนั้น" เบลินด้าหมายถึงบรรดาเครื่องมือเครื่องใช้ไฟฟ้าที่เธอไม่เคยเห็นมาก่อน

"แต่ฉันรู้อะไรอยู่อย่าง"เจนนิเฟอร์ว่าต่อไป "คือเราต้องเก็บเรื่องนี้ไว้เป็นความลับสุดยอดให้ใครรู้ไม่ได้"

"แน่นอนจะให้ใครรู้ไม่ได้" เบลินด้ามีอาการสั่นเทาขึ้นมาทันที "ยายแม่เลี้ยงของฉันน่ะทั้งเข้มงวดทั้งร้ายกาจหล่อนอาจจะทุบกระจกบานนี้ทิ้งเสียทันที หากหล่อนสงสัยว่าฉันเล่นสนุกอะไรกับกระจก"

มิตรภาพที่แสนประหลาดจากกระจกเงาทำให้ทั้งสองคนอยู่ติดห้องขึ้นมากกว่าเดิม เจนนิเฟอร์ไม่บ่นว่าโน่นนี่อย่างเคย และมักจะหายเงียบอยู่ในห้องตลอดเวลา

"เธอคงโตเป็นผู้ใหญ่มากขึ้น" แม่พูดกับพ่อ หล่อนไปหาซื้อสร้อยคอที่มีจี้ฝังพลอยประจำราศีเกิดมาให้เป็นของขวัญแก่ลูกสาวที่ทำตัวดีขึ้น

แต่สำหรับเจนนิเฟอร์แล้ว เธอแทบจะรอเวลากลับเข้าห้องมาพูดคุยกับเพื่อนในกระจกไม่ไหว เธอกระหายที่จะได้รู้เรื่องเกี่ยวกับฟาร์มและบรรยากาศน่าสบาย มันเป็นสิ่งตรงกันข้ามกับเบลินด้าที่ต้องการรู้เรื่องวัตถุในโลกสมัยใหม่ โดยเฉพาะอย่างยิ่ง โทรทัศน์ซึ่งเธอดูจากอีกข้างของกระจกไม่รู้เบื่อ หลายครั้งที่เจนนิเฟอร์ถึงกับโกรธ เพราะเบลินด้ามัวแต่ดูโทรทัศน์ไม่สนใจพูดคุยกับเธอ

นานเข้าทั้งสองฝ่ายรับรู้เรื่องชีวิตที่ไม่น่าสบายของอีกฝ่ายและต่างก็อิจฉากันเอง โดยเฉพาะอย่างยิ่งเบลินด้ามีอาการมากกว่าเจนนิเฟอร์มาก ระยะหลังๆเธอเหม่อลอยและมักมองเข้าไปในห้องของเจนนิเฟอร์นิ่งนานเสมอ

วันหนึ่ง เมื่อเบลินด้ามีอาการนี้อีก เจนนิเฟอร์หันรีหันขวางพยายามหาเรื่องมาชวนเบลินด้าคุย เธอเปิดลิ้นชักหยิบเอาสายสร้อยเส้นใหม่ที่แม่เพิ่งซื้อมาให้ออกอวด

รูปที่ ข.1 เอกสารตัวอย่างที่เป็นภาษาไทยล้วนจากหนังสือ ด่วยตูนพิเศษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อย่างนี้ไม่เข้าหูคนทั่วไปที่ไม่เคยฟังเสียงดีๆจาก CD standard ที่พัฒนาการต่อเนื่องมากกว่า 20 ปีแล้วอย่างแน่นอน หลายคนไม่รู้ความจริงที่มีอยู่ ตั้งแต่แผ่น CD เกิดขึ้นมาเป่งทับรัศมีแผ่นเสียงมาจนถึงทุกวันนี้บอกได้เลยว่าคุณภาพเสียงของเครื่องเล่นซีดีนั้น...ดี และกับชุด Burmester 979/980 ก็ทำให้สัมผัสกับความมหัศจรรย์ของแผ่น CD ที่เรียกว่า.. ดีกว่า..นั้นเป็นอย่างไร

ยังคงมีเครื่องรุ่นใหญ่อยู่อีกรุ่นหนึ่งที่ถือได้ว่าเป็นลูกพี่ของ Burmester เลยก็ว่าได้ นั่นก็คือรุ่น 967/970 ชุดคู่ขวัญที่มีราคาสูงมาก และคุณภาพดีกว่า 979/980 มาก บางครั้งมีคนเคยพูดว่าถ้ามันดีกว่าจริงๆขนาดนั้น เครื่อง 967/970 ก็ถือว่าเป็นของประหลาดที่หายากมากๆ ลำพังเพียงชุด 979/980 ที่คือยู่แล้วนี้มีราคาต่ำกว่าเยอะ แต่ถึงจะราคาต่ำกว่าเยอะก็ยังสูงอยู่ดี ชุดจาก Buemester ให้คุณภาพเสียงจากแผ่น CD ที่ดีที่สุดเท่าที่ผู้ทดสอบเคยฟังมา

ผู้ทดสอบไม่เคยได้ฟังชุดหรืออุปกรณ์ตัวใดที่มีบุคลิกเสียงในตัวในระดับที่ต่ำกว่าชุดจาก Buemester เลยแม้แต่ชิ้นเดียวที่พูดได้เช่นนี้ก็เพราะว่าเท่าที่ฟังเครื่องเล่นซีดีมานั้น แต่ละเครื่องจะมีแนวทางของตัวเองที่เป็นเอกลักษณ์ฟังเมื่อไหร่ก็นึกออกเลยว่าเป็นแนวทางของยี่ห้อนั้นๆ ไม่ว่าจะเป็น Wadia ที่ให้เสียงลึกลับ Krell ในแบบรุกเร้า MBL ที่หวานฉ่ำ ARC ที่คมชัด Levinson ให้เสียงออกไปทางดิบด้าน Jadis กับเสียงฟังสบาย audio note กับเสียงแบบ Richness Glodmund เสียงแห้ง เครื่องเหล่านี้ต่างให้ความเป็นดนตรีได้อย่างดี แต่ก็ยังคงไว้ซึ่งบุคลิกเสียงตัวเองทั้งสิ้น แต่กับ burmesster นั้นไม่พบอาการดังกล่าว ที่กล่าวเช่นนี้ก็เพราะว่าผู้ทดสอบไม่รู้ว่าจะเรียกเสียงแบบ Burmester ว่าเป็นแบบใด เน้นสิ่งใด ได้ฟังแล้วไม่ชวนให้นึกถึงว่าเป็นยี่ห้ออะไร ผู้เขียนจึงสรุปว่า Burmester เป็นเครื่องที่มีบุคลิกที่น้อยที่สุด หรือแทบจะไม่มีบุคลิกใดๆนั่นเอง

Burmester เปิดเผยรายละเอียดมากกว่าเครื่องที่กล่าวยกตัวอย่างไว้ ให้ความชัดเจนไม่คลุมเครือ ให้ความไสของทุกเสียงทุกโน้ตตั้งแต่ความถี่ย่านต่ำได้ไปจนสูงสุดได้ดีกว่าทุกเครื่อง และไม่มีอาการขึ้นขอบขึ้นเกรนเนื้อเสียงที่ระคายหูแต่อย่างใด ไม่มีอาการทึบ ไม่มีอาการเปลี้ยเสียงเนือย ไม่เน้นเนื้อเสียงให้เด่นเกินจริง รายละเอียดของเสียงเบสครบถ้วนไม่ปิดบังให้คลุมเครือ

Burmester เสียงไม่ได้เหมือนเครื่องเล่นแผ่นเสียง และไม่เหมือนเครื่องเล่นซีดีเช่นกัน มันเหมือนเป็นเครื่องในอีกโลกหนึ่งที่ไม่ใช่ดิจิตอลยุค 80 หรือ 90 และก็ไม่เหมือนเครื่องเล่นอะนาลอกเสียงอะนาลอกแบบยุค 50-60 คล้ายๆจะเป็นเครื่องใหม่เครื่องหนึ่งที่ให้เสียงที่ดี ให้เสียงที่เป็นจริง เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ไม่เหมือนใครในอดีตที่ผ่านมา หาโอกาสทดลองฟังด้วยตัวคุณเอง เปิดหูเปิดตาให้เต็มที่

ห้าปีที่แล้ว ผู้ทดสอบได้ลองใช้งานลำโพงระดับสุดยอดชุดหนึ่ง จาก Avantgarde Acoustic "Trio Compact" ซึ่งเป็นชุดลำโพงชนิดฮอร์น และได้ชื่นชมเอาไว้อย่างมาก ตอนนั้นอาจจะดูเหมือนตลก แต่ตอนนี้ไม่ใช่เรื่องแปลกอีกต่อไปแล้ว

อาศัยการ setup ที่พิถีพิถันสักหน่อย เลือกจับคู่กับเพาเวอร์แอมป์ให้เหมาะสม ผู้ทดสอบมีความเห็นว่าเพาเวอร์แอมป์ที่เหมาะกับลำโพงตัวนี้ก็คือ Lamm ML-2s หรือไม่ก็ Wavelength Napoleon หรือไม่ก็ Cardinals และหลังจากการจัดวางเรียบร้อยแล้ว สิ่งที่ได้รับจากลำโพงคู่นี้ก็คือความสมจริง ดนตรีที่เหมือนจริง ไม่มีลำโพงคู่ใดในโลกอีกแล้วที่ให้ไดนามิกได้ดีไปกว่า Avantgarde Trios ลำโพงทั้งชุดสามารถจำลองเสียง ไม่ว่าจะเป็นวงเล็กเวทีเล็ก หรือวงใหญ่เวทีใหญ่ได้อย่างเป็นสัดส่วน ที่ว่าลำโพงอิเล็กโทรสแตติกให้รายละเอียดในระดับ inner detail ได้ดีเพียงใดแล้วนั้น Avantgarde Trios ให้ได้ลึกเข้าไปกว่านั้นอีก เรียกว่าเป็น inner detail to inner detail กันเลย

นอกจากการให้ความเป็นจริงที่รับรู้ได้แล้ว แนวเสียงของลำโพงมีลักษณะเปิด แจกแจง และปราศจากสีสันเฉพาะตัวซึ่งไม่ค่อยเหมือนกับลำโพงฮอร์นทั่วไป และนอกจากนี้ยังมีลำโพงซับวูฟเฟอร์ที่ออกแบบมาให้ใช้งานคู่กันเพื่อการตอบสนองต่อความถี่ได้อย่างราบเรียบไร้รอยต่ออีกต่างหาก ซับวูฟเฟอร์ที่ว่านั้นก็คือ SUB225 CTRL ซึ่งเป็นซับวูฟเฟอร์คุณภาพสูงจาก Avantgarde ตัวหนึ่ง

ผู้ทดสอบเองก็ไม่เข้าใจว่าทำไมถึงอธิบายหรือให้เครดิตกับลำโพงชุดนี้มากมายนักสำหรับการเขียนครั้งนี้ จัดว่าเป็นลำโพงคุ้มค่าอย่างยิ่งสำหรับคนที่ไม่มีปัญหาเรื่องเงินๆทองๆ เหมาะสำหรับนักฟังระดับไฮเอนด์ที่ต้องการลำโพงที่ให้เสียงได้อย่างไม่อั้น สามารถเลือกใช้งานได้ทั้งสองระบบ นั่นก็คือการใช้งานสำหรับระบบโฮมเธียเตอร์ และการใช้งานในแบบสองช่องฟังเพลงสเตอริโอ

รางวัลผลิตภัณฑ์สุดยอดแห่งปี ในความเห็นของ ADAM WALINSKY

Brown Electronic Laboratories 1001 Mk V amplifier

BEL 1001 Mk V เป็นเพาเวอร์แอมป์สเตอริโอที่มีหน้าตาเซ็ยมากๆ ดูเรียบง่ายทมึนๆ น้ำหนัก 28 ปอนด์ พกกำลังขับมา 50 วัตต์ต่อข้างในแบบคลาส A แท้ๆ และสามารถบริดจ์ใช้งานเป็นแบบโมโนได้ด้วย โดยกำลังขับจะเพิ่มขึ้นเป็น 200 วัตต์ วงจรภายในใช้ทรานซิสเตอร์จำนวน 4 ตัวต่อข้าง ผู้ออกแบบมีความเชื่อว่าทรานซิสเตอร์จะทำงานได้อย่างถูกต้องหรือมีความลิเนียร์เมื่ออยู่ในสถานะที่มีความร้อนอยู่ในตัวค่อนข้างมาก และมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านในปริมาณที่สูง จึงเป็นที่มาของการขยายเสียงในแบบคลาส A และนาย Brown ได้ออกแบบหม้อแปลงภาคจ่ายไฟเอาไว้เป็นพิเศษเพื่อให้มีความเหมาะสมที่สุดสำหรับการทำเครื่องเสียงที่เน้นคุณภาพเป็นหลัก ซึ่งเพาเวอร์แอมป์ส่วนใหญ่ก็มักจะมีการสั่งพันหม้อแปลงเฉพาะกิจสำหรับเครื่องขยายเสียงของตัวเองเช่นกัน อุปกรณ์แต่ละชิ้นจะได้รับการคัดเกรดและตรวจสอบด้วยตัวของ Brown เองทุกชิ้น ดังนั้นกำลังการผลิตของ

รูปที่ ข.2 เอกสารตัวอย่างที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจากหนังสือ WHAT HI-FI ?

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เว็บไซต์ไหนที่มีเพลงให้ดาวน์โหลดบ้าง

ในอินเตอร์เน็ตส่วนใหญ่แล้วเพลงที่มีให้ดาวน์โหลดจะอยู่ในรูป MP3 มีหลายเว็บไซต์ที่ให้ดาวน์โหลดฟรี เช่น *www.mp3.com,www.manymusic.com, www.winamp.com www.themusiclover.com, www.mthia.com, www.napster.com* เป็นต้น

Cookies มีไว้ทำอะไร มีประโยชน์อย่างไร ลบทิ้งได้หรือไม่

Cookie ใช้เก็บข้อมูลต่างๆ ของผู้ใช้ เช่น ชื่อผู้ใช้ ชื่อเว็บไซต์ ประโยชน์ช่วยลดภาระการทำงานของเซิร์ฟเวอร์ เพราะ Cookies จะเก็บไว้ในเครื่องที่ C:\WINDOWS\Cookies Cookies มีระยะเวลาการเก็บตามที่กำหนดโดยผู้เขียนเว็บเพจ ไฟล์ Cookies จะเก็บได้ไม่เกิน 64 kb ถ้าเกินจะลบตัวเก่าออกไปก่อน เราจึงลบทิ้งได้ไม่มีผลอะไรต่อการทำงานอย่างอื่นของคอมพิวเตอร์

Search engine คืออะไร

Search engine คือเว็บไซต์ที่ทำหน้าที่เป็นตัวค้นหาข้อมูลที่ตรงกับคำป้อน ปกติจะมีช่องสำหรับให้ผู้ใช้ป้อนข้อความที่ต้องการค้นหา และข้อกำหนดในการค้นหา เช่น ค้นหาข้อมูล ค้นหาชื่อเว็บไซต์ ค้นหารูปภาพเป็นต้น ตัวอย่าง Search engine ของไทยเช่น www.catcha.co.th ของต่างประเทศเช่น altavista , infoseek , HotBot , Magellan เป็นต้น

Search engine และ Directory ต่างกันอย่างไร

ต่างกันที่รูปแบบการเก็บข้อมูล Search engine จะใช้โปรแกรมในการจัดการข้อมูล ได้แก่โปรแกรม Robots และSpider ทั้งสองจะทำงานแบบเจาะเข้าไปในเครือข่ายเพื่อเก็บข้อมูลเว็บไซต์ นำข้อมูลเหล่านี้มาเก็บเป็นฐานข้อมูล เมื่อมีการเรียกใช้งานก็จะนำข้อมูลในฐานข้อมูลนี้ออกมาแสดง ซึ่งบางครั้งอาจไม่ได้ความหมายตามที่ต้องการส่วน Directory จะเก็บข้อมูลโดยแบ่งเป็นหมวดหมู่แยกตามประเภทของข้อมูล เช่นเรื่องคอมพิวเตอร์ เรื่องการศึกษา เรื่องสังคมและวัฒนธรรม เป็นต้น

มีเครื่องคอมพิวเตอร์ที่บ้าน 2 เครื่องต้องการจะแชร์ไฟล์ด้วยกันทำได้อย่างไร

ถ้าเครื่องคอมพิวเตอร์ไม่ได้ต่อเข้าด้วยกัน ก็ไปหาซื้อสายเครื่องพิมพ์แล้วต่อเข้ากับคอมพิวเตอร์ทั้ง 2 เครื่องนั้นก็จะสามารถใช้ทรัพยากรต่างๆ ร่วมกันได้ เช่น ไฟล์เล่นเกมส์ เป็นต้น .

จะทำอย่างไร ถ้าไม่อยากใช้การ์ดจออนบอร์ด จะใช้การ์ดจอที่ซื้อมาเองแทน –

ปกติแล้วถ้านำการ์ดจอใหม่ที่ไม่ออนบอร์ดมาใส่ จะเป็นการยกเลิกการ์ดจอที่ออนบอร์ดโดยอัตโนมัติ แต่ถ้ายังไม่ได้เข้าไปแก้ไขที่ BIOS แล้วการ์ดจอบอร์ดเป็น Disabled

มีไฟล์นามสกุล .avi อยากทำให้ขนาดเล็กลงได้หรือไม่ ทำอย่างไร

ไฟล์นามสกุล .avi มีขนาดใหญ่ทำให้เล็กลงโดยการแปลงไฟล์เป็น real video โดยโปรแกรม Real Producer ดาวน์โหลดได้ที่ www.real.com หรือ แปลงไฟล์เป็นนามสกุล .wmv (window media video) โดยใช้โปรแกรม Window Media Encoder 7 ดาวน์โหลดฟรีที่ www.microsoft.com

มี Domain name อยู่แล้ว อยากจะหาโฮสต์ไว้ฝากโดเมนได้ที่ไหน

KoolTips

Ezy e and i | 121

รูปที่ ข.3 เอกสารตัวอย่างที่มีทั้งภาษาไทยและภาษาอังกฤษจากหนังสือ Ezy e and i

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Warm colours appear to advance towards the eye because they seem nearer than they actually are. Hence, a piece of furniture in a dark red will generally appear larger than the same piece in say, blue. However, the same does not hold true in case of walls and floors. If the walls of a small room are painted dark red, the walls will appear closer and will, therefore, make the room appear smaller. If the walls are painted in cool colours, the room will generally appear larger.

FINE TUNE FEELINGS AND MOODS

Harmony of colour schemes, hues and shades, in our homes, at work places and in our surroundings can influence our behaviour and emotions. Studies have shown that colour can create feelings of excitement, relaxation, calmness or cheerfulness and can even help increase productivity in work environments.

It has been observed that most often, people actually "feel" warmer in red and orange spaces than they do in blue and green spaces, even though the temperature is the same in both the spaces. This is purely a psychological effect of colour on the human psyche! This also explains why houses in cold climatic regions use colour schemes that are full of warm colours in their interiors, whereas homes in a hot and tropical climate use cool colours and pastel shades.

DIFFERENT STROKES

Red: Red is a great energiser. It is warm, vital and a stimulant. It tends to increase energy, inflame passion and anger, but if used in excess, it can cause destruction. Red has been known to help stimulate the appetite (ever noticed that most fast food products have red in their packaging?). Hence, it could be a good idea to use a spot of red in the dining area. For example, one can use a red tablecloth and napkins, or have a floral decoration in red placed in the dining area.

Orange: Like red, orange too is energising, but with a less negative effect. Orange has a freeing action upon the body and mind, even relieving depression. A little orange goes a long way. One or two pieces of kitchen equipment or a small orange curtain is all that you will need for a beneficial effect. However, an overdose of orange can turn liveliness into restlessness.

Yellow: Yellow is associated with sunshine and sunny dispositions. Yellow helps awaken creativeness and inspiration by stimulating a higher mental activity. It has been observed that lovers of yellow are good communicators and great talkers too! Yellow is a good colour to use in children's rooms as it is evokes feelings of warmth and happiness. This is specially true if the room has less light than desired.

Green: Green is a natural balancer between the

รูปที่ ข.4 เอกสารตัวอย่างที่เป็นภาษาอังกฤษล้วนจากหนังสือ LIVING IN THAILAND

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ประวัติผู้เขียน

ชื่อ	นายพงศกร ปิยะตระกูล
วันเกิด	26 มีนาคม 2518
สถานที่เกิด	จังหวัดฉะเชิงเทรา
วุฒิการศึกษาระดับปริญญาตรี	วิทยาศาสตร์บัณฑิต (วิทยาการคอมพิวเตอร์)
สถานที่สำเร็จการศึกษา	คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยหัวเฉียวเฉลิมพระเกียรติ์
ปี พ.ศ. ที่สำเร็จการศึกษา	ปีการศึกษา 2539

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้