

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

การแยกแยะตัวอักษรภาษาไทย
โดยการใช้ฟังก์ชันฮิสโตแกรมและหลักการตั้งสมมติฐานและทดสอบ

Thai Printed Characters Recognition

By Histogram Function ,Hypothesis and Evaluate



นาย วัชร ฉัตรวิริยะ

**หนังสืออ้างอิง
ห้ามนำออกนอกห้องสมุด**

อาจารย์ที่ปรึกษา
ศ.ดร.ศรีศักดิ์ จามรมาน

วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2537

ISBN 974-621-186-2

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน..... 21398
วัน, เดือน, ปี..... 1 9 ก.ย. 2537

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับใช้ในการศึกษาวิจัยเท่านั้น อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้นำเอกสารนี้ไปเผยแพร่หรือทำซ้ำของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชื่อวิทยานิพนธ์ การแยกแยะตัวอักษรภาษาไทย
โดยการใช้ฟังก์ชันฮิสโตแกรมและหลักการตั้งสมมุติฐานและทดสอบ
นักศึกษา นาย วัชระ ฉัตรวิริยะ
อาจารย์ที่ปรึกษา ศ.ดร.ศรีศักดิ์ จามรมาน
ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต สาขา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2537

บทคัดย่อ

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้คือ เพื่อหาคุณสมบัติใหม่สำหรับการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยตัวพิมพ์ที่ง่ายต่อการคำนวณและหาวิธีการใหม่สำหรับการตัดสินใจเพื่อจะรู้จำรูปแบบวิทยานิพนธ์นี้ใช้จำนวนจุดของภาพอักษรในบริเวณที่กำหนดหลายบริเวณและฟังก์ชันฮิสโตแกรมของภาพอักษรตามแนวแกนต่างๆซึ่งสามารถคำนวณได้ง่าย เพื่อเป็นคุณสมบัติที่ใช้ในการรู้จำตัวอักษรไทย คุณสมบัติเหล่านี้ของอักษรหนึ่งๆจะเป็นค่าใกล้เคียงกันหรือเกาะกลุ่มกันมากกว่าจะเป็นค่าเดียว และจากการศึกษาข้อมูลพบว่าคุณสมบัติบางตัวของบางอักษรมีลักษณะเด่นเนื่องจากต่างกับอักษรอื่นมาก แต่คุณสมบัติข้อนี้กลับไม่เหมาะกับการแยกอักษรทุกตัว หลักการตั้งสมมุติฐานและทดสอบที่น่าเสนอในวิทยานิพนธ์นี้เป็นหลักการรู้จำที่คิดค้นขึ้นใหม่เพื่อใช้ในการแก้ปัญหา

หลักการนี้จะรวบรวมตัวอย่างคุณสมบัติที่ได้จากตัวอย่างจำนวนมากขึ้นมาสร้างเป็นฟังก์ชันความน่าเชื่อถือได้ของคุณสมบัตินั้น โดยการประมาณเป็นฟังก์ชันสามเหลี่ยมกับการคุณสมบัติที่สนใจของอักษรทุกตัวที่ต้องการ กระบวนการรู้จำโดยหลักการนี้จะประกอบไปด้วยการหาคุณสมบัติแบบเดิมกับที่เตรียมไว้ จากนั้นคุณสมบัติที่หามาได้จากอินพุตจะถูกคำนวณเพื่อหาว่ามีความน่าเชื่อถือว่าจะเป็นคุณสมบัติของอักษรใดบ้าง จากนั้นจะทำการรวมคะแนนของความน่าเชื่อถือนี้ของคุณสมบัติแต่ละตัวเข้าด้วยกัน แล้วตัดสินใจว่าอินพุตน่าจะเป็นอักษรใด จากค่าของกลุ่มอักษรที่มีผลรวมความน่าเชื่อถือสูงสุด

ลักษณะเด่นของหลักการตั้งสมมุติฐานและทดสอบ คือเป็นวิธีการที่ใช้ได้กับ

ข้อมูลที่มีลักษณะการกระจายเป็นกลุ่มหรือเป็นช่วง สามารถใช้ได้กับข้อมูลที่มีลักษณะการกระจาย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จ่ายไม่เท่ากัน แต่ควรเป็นผลการกระจายที่เกิดจากกลุ่มข้อมูลที่ถูกต้อง นอกจากนี้ผลลัพธ์การทำงานยังเป็นปริมาณที่บ่งถึงคุณภาพความเหมือนกับกลุ่มของต้นแบบที่ใช้ด้วย ซึ่งมีความสำคัญต่องานวิจัยด้านการรู้จำมาก ผลลัพธ์การทดลองแสดงให้เห็นว่า คุณสมบัติจำนวนจุดและฟังก์ชันฮิสโตแกรมที่วิเคราะห์ด้วยการตั้งสมมติฐานและทดสอบ สามารถใช้ได้ดีกับการแยกตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยได้เป็นอย่างดี



THESIS TITLE Thai Printed Characters Recognition
By Histogram Function ,Hypothesis and Evaluate

STUDENT Mr. Watchara Chatwiriya

THESIS ADVISOR Prof.Dr. Srisakdi Charmonman

LEVEL OF STUDY Master in Electrical Engineering

YEAR 1994

ABSTRACT

The purposes of this thesis are to find the new feature of printed Thai character that is easy to retrieve from the character's image and to determine the decision methodology using these features. This thesis presents the idea to extract the features of character from the number of points in the specific area of image and from the calculated histogram function. For any single character printed in different times, the features are represented not by a single value but a distribution. Some features show that it is a unique key to identify a class of character but this is not true for the others. The methodology to determine the class of character that is presented in this thesis is called "Hypothesis and Evaluate" principle. By collecting the proper amount of features's samples, we can create the confidence of character's feature function for every class of character. The function approximates the distribution of data into "triangle" form.

The recognition by this method begins by extracting the same features as the learning set prepared. Then calculate each of the confidence of character's features character (the evaluated process). The scores of each class of features will be summarized to find the winner and determine the selected class of character.

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	2
Abstract	4
สารบัญ	6
สารบัญรูปประกอบ	8
สารบัญตารางประกอบ	9
บทที่ 1	บทนำ 10
บทที่ 2	ทฤษฎีเบื้องต้นและแนวทางการวิจัย
	2.1 ทฤษฎีการรู้จำรูปแบบ แบบสถิติ 12
	2.2 ตัวอย่างการแยกกลุ่มอย่างง่าย 14
	2.3 กระบวนการรู้จำอักษรไทย 16
บทที่ 3	การศึกษาตัวอักษรไทยตัวพิมพ์
	3.1 ความเป็นมาของตัวอักษรไทย 23
	3.2 การวิเคราะห์ตัวอักษรไทย 24
	3.3 การจำแนกความถี่อักษรไทย 27
	3.4 ความแตกต่างของตัวอักษรไทยตัวพิมพ์ 28
	3.5 รหัสของภาษาไทยที่ใช้ในคอมพิวเตอร์ 36

บทที่ 4	ทฤษฎีที่นำมาใช้และกระบวนการ	
4.1	คุณสมบัติอักษรสำหรับการรู้จำ	31
4.2	หลักการตั้งสมมติฐานและทดสอบ	35
4.3	การตรวจสอบเพิ่มเติมโดยใช้ฟังก์ชันฮิสโตแกรม	42

บทที่ 5	การทดลองและผลการทดลอง	
5.1	หลักการทั่วไปของการทดลอง	44
5.2	ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ	44
5.3	ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการอ่านอักษรตัวพิมพ์	45
5.4	เครื่องมือในการทดลอง	46
5.5	ขั้นตอนการทดลอง	47
5.6	ผลการทดลอง	43

บทที่ 6	สรุปผลและวิจารณ์	53
---------	------------------	----

กิตติกรรมประกาศ		55
-----------------	--	----

ภาคผนวก		
ก.	ตัวอย่างต้นแบบตัวอักษรที่ใช้ในการทดลอง	59
ข.	ตัวอย่างต้นแบบที่ใช้ระหว่างการวิเคราะห์เพื่อตัดอักษร	63
ค.	ตัวอย่างต้นแบบอักษรที่อ่านเข้ามาได้และผ่านกระบวนการทำให้เป็นดิจิทัลแล้ว	64
ง.	ตัวอย่างผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติจำนวนจุดในพื้นที่ต่างๆ ของตัวอักษร	65
จ.	โปรแกรมสำหรับการตัดตัวอักษรจากหน้ากระดาษทีละตัว	79
ฉ.	โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอักษร	95

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 2.1	กระบวนการในการรู้จำ	11
รูปที่ 2.2	แสดงกราฟคุณสมบัติของน็อดและตะปู	15
รูปที่ 2.3	แสดงคุณสมบัติของแหวนกลมและเหลี่ยม	16
รูปที่ 2.4	แสดงภาพหน้ากระดาษจากเครื่องกวาดภาพ	17
รูปที่ 2.5	แสดงการตัดบรรทัด โดยใช้จุดที่มีการเปลี่ยนค่าศูนย์	18
รูปที่ 2.6	แสดงการหาฮิสโตแกรมในแนวตั้งเพื่อตัดอักษรจากบรรทัด	19
รูปที่ 2.7	แสดงการตัดอักษรจากบรรทัด	19
รูปที่ 3.1	แสดงตัวอักษรแบบหัวกลม	24
รูปที่ 3.2	แสดงตัวอักษรหัวตัด	24
รูปที่ 3.3	แสดงการเรียกชื่อและการกำหนดสัดส่วนของอักษรอังกฤษ	26
รูปที่ 3.4	แสดงการกำหนดระดับของอักษรไทย	27
รูปที่ 4.1	แสดงการนับจำนวนจุดในพื้นที่เฉพาะแบบต่างๆ	31
รูปที่ 4.2	แสดงการหาค่าฮิสโตแกรมแบบต่างๆ	32
รูปที่ 4.3	แสดงอักษร ง.	33
รูปที่ 4.4	แสดงฮิสโตแกรมของอักษร ง.	33
รูปที่ 4.5	แสดงสระอี	34
รูปที่ 4.6	แสดงฮิสโตแกรมของสระอี	34
รูปที่ 4.7	แสดงการแจกแจงความถี่ของคุณสมบัติของข้อมูล 2 กลุ่ม	34
รูปที่ 4.8	แสดงการประมาณการแจกแจงความถี่ค่าคุณสมบัติน x_k ของกลุ่ม C_i โดยการประมาณเป็นรูปสามเหลี่ยม	39
รูปที่ 4.9	แสดงการประมาณการแจกแจงความถี่ค่าคุณสมบัติน x_k ของกลุ่ม c_1, c_2 โดยการประมาณเป็นรูปสามเหลี่ยม	40
รูปที่ 5.1	แสดงกราฟการแจกแจงความถี่ของความน่าจะเป็นในการจัดกลุ่มอินพุทจากกลุ่มที่เป็นไปได้ทั้งหมดของอักษรไทย โดยใช้คุณสมบัติน $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$	49

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 แสดงการวิจัยเรื่องการเรียนรู้จำอักษรไทย	20
ตารางที่ 3.1 แสดงความถี่ของอักษรไทยในงานทั่วไป	27
ตารางที่ 3.2 แสดงกลุ่มอักษรที่คล้ายกันมาก	28
ตารางที่ 3.3 แสดงค่าความแตกต่างของตัวอักษร	29
ตารางที่ 3.4 แสดงตารางรหัสอักขระพื้นฐาน	30
ตารางที่ 4.1 แสดงความแปรผันของคุณสมบัติจำนวนจุดของอักษร	34
ตารางที่ 5.1 แสดงผลลัพธ์การทดลอง	52



บทที่ 1

บทนำ

การรู้จำตัวอักษรภาษาไทยทั้งแบบลายมือเขียนและตัวพิมพ์ด้วยคอมพิวเตอร์ เป็นงานที่ไม่สามารถนำเทคโนโลยีหรืองานวิจัยของต่างประเทศมาใช้ตรง ๆ ทั้งที่ได้พัฒนาก้าวหน้าไปมากถึงขนาดที่เป็นผลิตภัณฑ์ทางการค้าแล้ว เนื่องจากรูปแบบตัวอักษรและวิธีการพิมพ์หรือเขียนของแต่ละภาษาแต่ละภาษาต่างก็มีเอกลักษณ์และความโดดเด่นของตัวทั้งสิ้น ในภาษาหนึ่งๆ สัญลักษณ์ขีดหรือจุดบางอย่างอาจมีความแตกต่างกันอย่างมาก ขณะที่ในอีกภาษาหนึ่ง สิ่งเหล่านี้กลับไม่ได้มีความแตกต่างกันเลย อักษรไทยเองก็มีความซับซ้อนที่ต่างจากภาษาอื่นอยู่มาก ทำให้นำวิธีของภาษาอื่นที่เป็นลักษณะเฉพาะมาใช้ไม่ได้ จึงต้องการเทคนิคต่าง ๆ เพื่อแก้ปัญหาแบบต่างๆ เฉพาะของภาษาไทย นอกจากนี้ความต้องการใช้ระบบดังกล่าวในประเทศไทยมีขนาดเล็กมากเมื่อเทียบกับต่างประเทศ จึงไม่มีความสนใจจากการวิจัยต่างประเทศในเรื่องนี้แบบภาษาจีนหรือญี่ปุ่น

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นการศึกษาเพื่อการแยกตัวอักษรภาษาไทยตัวพิมพ์ เหตุที่เลือกทำงานกับตัวพิมพ์เนื่องจากมีความเห็นว่ามีข้อมูลจำนวนมากที่รอการป้อนเข้าระบบคอมพิวเตอร์ในประเทศไทยเพื่อการวิเคราะห์ยังคงเป็นข้อมูลอักษรพิมพ์ และเนื่องจากวิวัฒนาการในการพิมพ์ของประเทศไทยไม่ได้เปลี่ยนแปลงอย่างรวดเร็ว ฟอนต์อักษรภาษาไทยมีการใช้นานมากโดยไม่เปลี่ยนแปลง ทำให้เอกสารจำนวนมากมีฟอนต์แบบเดียวกันทำให้ปัญหาการรู้จำง่ายขึ้น อย่างไรก็ตามในระยะหลังมีระบบคอมพิวเตอร์เข้ามาช่วยในการพิมพ์มากขึ้น ผู้ใช้สามารถเลือกลูกเล่นในการพิมพ์ได้อย่างมากมาย การวิเคราะห์ข้อมูลเพื่อแยกอักษรเข้าระบบคอมพิวเตอร์สำหรับสิ่งพิมพ์สมัยใหม่คงยังต้องรอผลการวิจัยอีกจำนวนมาก

อุปกรณ์ที่ใช้สำหรับการอ่านภาพได้แก่ กล้องโทรทัศน์ หรือ เครื่องอ่านภาพแบบมือถือหรือตั้งโต๊ะ แต่ที่นิยมสำหรับการอ่านภาพอักษรมักเป็นแบบตั้งโต๊ะมากกว่า เนื่องจากมีความละเอียดสูงและสะดวกในการกำหนดสภาพการอ่านข้อมูล อินพุตที่ได้จะนำมาผ่านการประมวลผลหลายขั้นตอนเพื่อจะระบุว่าตัวอักษรนั้นคืออักษรใด ความสามารถนี้เป็นความ

สามารถพื้นฐานของมนุษย์ เรียกว่าความสามารถรู้จำ (recognition) การวิจัยเบื้องต้นทางด้านนี้ มีชื่อเรียกเดิมว่าการแยกแยะ (classification)

กระบวนการอ่านตัวอักษรยังประกอบด้วยกระบวนการย่อยอีกหลายกระบวนการ นอกเหนือจากกระบวนการการแยกกลุ่มทั่วไป ที่จะกล่าวต่อไปในบทที่ 2 ขั้นตอนเหล่านี้ถูกพัฒนาขึ้นเพื่อให้สามารถอ่านตัวอักษรได้อย่างถูกต้องขึ้นอีก เช่น ก่อนกระบวนการแยกตัวอักษร จะมีกระบวนการวิเคราะห์หน้ากระดาษ และเมื่อวิเคราะห์ข้อมูลได้แล้วอาจนำไปใช้ไม่ได้ ต้องมีการวิเคราะห์หลังการแยกกลุ่มตัวอักษรอีก เช่น ถ้าอ่านอักษรได้เป็นสระเอ สองตัวติดกัน น่าจะหมายถึงสระแอ เป็นต้น

ในวิทยานิพนธ์นี้ได้แบ่งออกเป็นบทต่างๆดังนี้

- บทที่ 1 บทนำ กล่าวโดยย่อถึงความสำคัญของงานวิจัย และสาเหตุในการเลือกหัวข้อวิจัย
- บทที่ 2 ทฤษฎีการแยกกลุ่มรูปแบบทั่วไป ตัวอย่างการแยกกลุ่มอย่างง่าย การแยกกลุ่มตัวอักษรภาษาไทย งานวิจัยที่เกี่ยวข้อง วิจารณ์ และแนวทางการวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้
- บทที่ 3 การวิเคราะห์คุณสมบัติตัวอักษรไทย ที่เหมาะสมกับการแยกตัวอักษร ที่ทำได้ระหว่างกระบวนการแยกตัวอักษรทีละตัวออกจากคำ
- บทที่ 4 ทฤษฎีการตั้งสมมุติฐานและทดสอบเพื่อใช้แยกตัวอักษร
- บทที่ 5 การทดลองและผลการทดลอง
- บทที่ 6 สรุปการทดลองและแนวทางการพัฒนาต่อ

บทที่ 2

ทฤษฎีเบื้องต้นและแนวทางการวิจัย

2.1 ทฤษฎีการรู้จำรูปแบบ แบบสถิติ

การรู้จำรูปแบบ (Pattern Recognition) มีทฤษฎีสำคัญที่แบ่งเป็น 3 กลุ่มใหญ่ คือ แบบสถิติ(Statistical Approach) แบบไวยากรณ์(Syntactic Approach) และแบบเครือข่ายนิวรอน(Neural Network) ทฤษฎีที่จะนำเสนอในวิทยานิพนธ์นี้จัดอยู่ในกลุ่มการรู้จำโดยวิธีด้านสถิติซึ่งมีหลักการทั่วไปดังนี้

หลักการรู้จำรูปแบบโดยใช้วิธีด้านสถิติจะแทนรูปแบบแต่ละรูปแบบจะถูกแทนด้วยเวกเตอร์คุณลักษณะ(features vector) แล้วอวกาศของคุณลักษณะ(features space)จะถูกแบ่งออกเป็นพื้นที่หลายพื้นที่หรือหลายกลุ่ม(areas or classes) แต่ละพื้นที่นั้นอาจพิจารณาว่าเป็นการจับกลุ่มของรูปแบบแต่ละรูปแบบ ถ้าอยากวิเคราะห์กลุ่มของรูปแบบใหม่ที่ยังไม่รู้ว่ายอยู่กลุ่มไหน (unknown class sample) ต้องนำตัวอย่างนั้นมาวิเคราะห์ หากคุณสมบัติแล้วนำมาแมพ(map)ลงในอวกาศที่สร้างขึ้น เมื่อทำการแบ่งอวกาศนั้นตามรูปแบบกลุ่มข้อมูลที่มีอยู่ได้จะสามารถบอกได้ว่าตัวอย่างนั้นอยู่ในกลุ่มใด

การอ่านตัวอย่างข้อมูลในกรณีที่เป็นภาพของหน้ากระดาษที่ถูกอ่านโดยเครื่องกวาดภาพ อาจเลือกให้อ่านแบบขาวดำหรือแบบสี แบบขาวดำอาจแบ่งได้อีก 2 แบบคือ แบบเป็นระดับความเข้มของแสงตั้งแต่ 16 ถึง 256 ระดับ หรือแบบที่เป็นสองระดับคือดำกับขาว (binary image) การประมวลผลเพื่อจะแปลงระดับความเข้มของแสงซึ่งเป็นข้อมูลอนาล็อกหรือข้อมูลที่มีค่าต่อเนื่องให้เป็นขาวดำ(binarylization)มีอยู่หลายวิธี และเป็นหัวข้อวิจัยที่สำคัญเรื่องหนึ่งในการประมวลผลภาพ

ขั้นตอนการแยกกลุ่มรูปแบบ ประกอบ ด้วย 2 ขั้นตอนหลักคือ การวิเคราะห์และเรียนรู้ (analysis & learning) และการตัดสินใจ (decision)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นตอนการวิเคราะห์และเรียนรู้มีดังนี้

ก. วิเคราะห์ว่าข้อมูลเหล่านี้สมควรแบ่งเป็นกลุ่มได้อย่างไร การแบ่งกลุ่มอาจทำตามสามัญสำนึกทั่วไป หรือการแบ่งกลุ่มใหม่แล้วนำมารวมหรือแยกภายหลังก็ได้

ข. วิเคราะห์และเลือกลักษณะ(features)ที่ทำให้ระบุกลุ่มได้ ควรเลือกลักษณะที่คำนวณง่ายใช้เวลาทำงานน้อย และมีลักษณะสำคัญที่ทำให้ระบุกลุ่มได้ง่าย

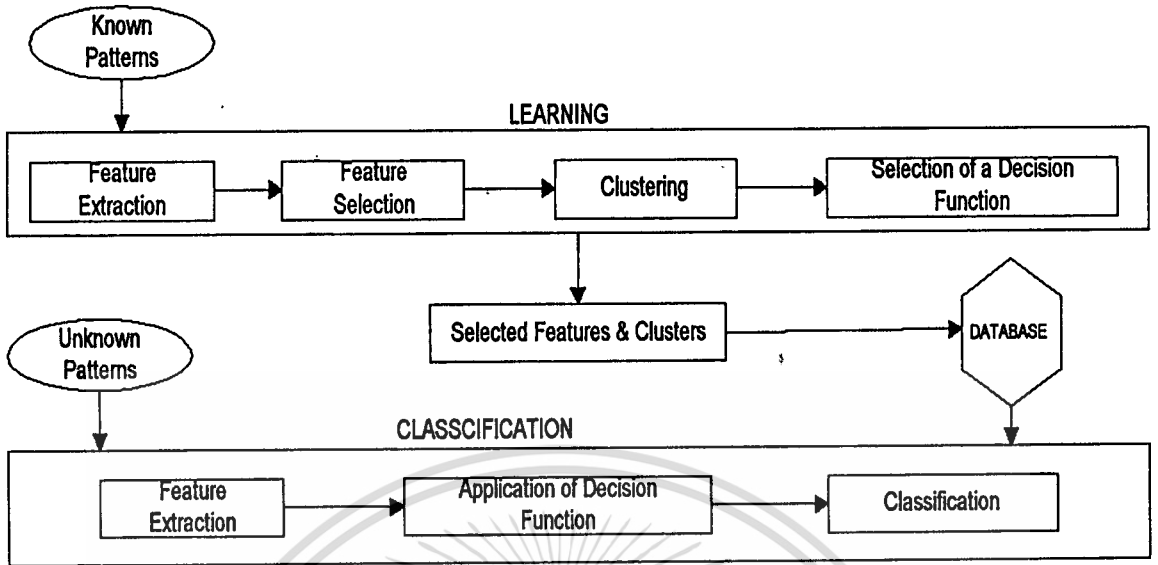
ค. วิเคราะห์รูปแบบและสร้างฟังก์ชันสำหรับการตัดสินใจ เช่น ถ้าหากว่าพบว่ามีกลุ่มข้อมูลต่างๆ สามารถแบ่งแยกเป็นกลุ่มได้โดยการลากเส้นตรงหนึ่งเส้นหรือมากกว่า(เรียกว่าเป็นกลุ่มข้อมูลแบบ linearly separable scattering) ก็สร้างและหาพารามิเตอร์ของสมการของเส้นตรงที่ต้องการ เพื่อแบ่งกลุ่มข้อมูลที่สนใจ

ง. เมื่อเลือกคุณลักษณะได้แล้ว ก็จะสร้างฐานข้อมูลด้านคุณสมบัติ กลุ่มของตัวอักษร และวิธีการตัดสินใจที่เกี่ยวข้องโดยใช้ฟังก์ชันในข้อ ค ขึ้นมา

ขั้นตอนการตัดสินใจ เป็นขั้นตอนที่กระทำหลังจากขั้นตอนแรก เพื่อหาว่าข้อมูลที่อ่านเข้ามาควรจัดแยกกลุ่ม เข้าอยู่ในกลุ่มใด การนำข้อมูลเข้าประมวลผลต้องใช้วิธีการเดียวกับขั้นตอนวิเคราะห์และเรียนรู้ ไม่ว่าจะเป็นอุปกรณ์ เช่น กล้องถ่ายโทรทัศน์ เครื่องอ่านภาพ หรือสภาพแวดล้อมในการอ่าน เช่น ความเข้มแสง เป็นต้น ไม่ควรใช้วิธีที่แตกต่างกัน เพราะอาจได้ผลลัพธ์คนละแบบกับที่วิเคราะห์มา ขั้นตอนการทำงานมีดังนี้

ก. นำข้อมูลอินพุทไปหาคุณลักษณะแบบเดียวกับที่เลือกไว้

ข. ใช้ฟังก์ชัน และข้อมูลคุณสมบัติที่วิเคราะห์ไว้แล้ว มาทำการทดสอบดูว่าข้อมูลนี้ควรอยู่ในกลุ่มใด



รูปที่ 2.1 กระบวนการในการรู้จำ

ในการทำงานจริงข้อมูลก่อนจะถูกนำวิเคราะห์ต้องถูกปรับแต่งมาก่อน เพื่อให้เป็นข้อมูลที่มีประโยชน์และง่ายต่อการทำงานด้วย การประมวลผลขั้นแรกๆคือการประมวลภาพ (image processing) ขั้นตอนนี้เรียกว่ากระบวนการเตรียมการ(preprocessing stage) และเมื่อสามารถแบ่งกลุ่มข้อมูลหรือทำการรู้จำ(recognize)ข้อมูลได้แล้ว ก็ยังไม่สามารถนำไปใช้ได้ทันทีจะต้องมีการทำงานอื่นๆอีก ขั้นตอนนี้เรียกว่ากระบวนการปรับปรุง(postprocessing stage) หัวข้อต่อไปเป็นตัวอย่างการแยกรูปแบบอย่างง่าย เป็นการแยกกลุ่มชิ้นงานที่มีรูปร่างต่างกัน

2.2 ตัวอย่างการแยกกลุ่มอย่างง่าย

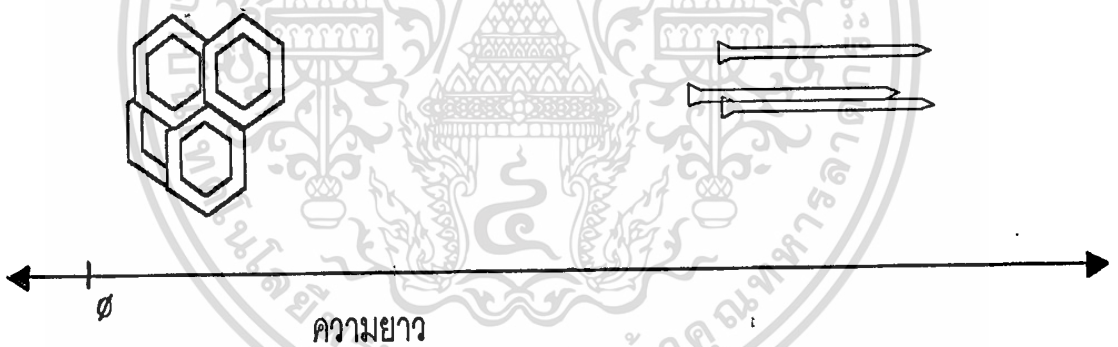
งานอุตสาหกรรมก็มีความต้องการเพื่อรู้จำรูปแบบเช่นกัน เช่น สนใจจะทำการแยกชิ้นงานซึ่งปนกันมาในสายการผลิต สมมุติว่ามี วัสดุซึ่งปะปนกันมาสองกลุ่มคือตะปูและแหวน กำหนดว่าแหวนและตะปูถูกลำเลียงปะปนกันมาตามสายพานที่ละตัว ต้องการแยกให้ออกว่าชิ้นงานขณะนั้นคือตะปูหรือแหวน เพื่อจะให้เครื่องจักรสามารถคัดเลือกอุปกรณ์ที่ต้องการใช้ได้

จากความต้องการกลุ่มตัวอย่างมี 2 กลุ่มคือกลุ่มตะปูและกลุ่มแหวน จะต้องนำตัวอย่างของตะปูและแหวนมาพิจารณาดูว่า ทั้งสองกลุ่มนี้มีคุณสมบัติใดบ้างที่สามารถใช้แยกออกจากกันได้ ขั้นตอนนี้เรียกว่า การเลือกคุณลักษณะ การเลือกคุณลักษณะนี้จะต้องสัมพันธ์กับเอกสารที่เป็นเอกสารที่สแกนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น เมื่อนูญาติเห็นว่าไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เซนเซอร์ที่ระบบมีอยู่ เช่น สมมุติว่าระบบมีกล้องสำหรับจับภาพอยู่ ก็จำเป็นต้องเลือกคุณลักษณะที่เกี่ยวข้องกับรูปร่างของวัตถุที่สามารถตรวจสอบได้ด้วยกล้อง(แต่ถ้าใช้เซนเซอร์อื่น เช่น เซนเซอร์วัดน้ำหนัก คุณลักษณะที่ควรสนใจก็คือน้ำหนัก และอาจเป็นสิ่งที่ทำให้แยกวัตถุทั้งสองชนิดออกได้อย่างง่ายกว่าการใช้รูปภาพก็ได้)

จากการพิจารณาพบว่าลักษณะของตะปูนั้นมีความยาวด้านที่ยาวที่สุดมากกว่าความยาวที่สั้นของแหวน ดังนั้นลักษณะของชิ้นงานทั้งกลุ่มที่เห็นได้ว่าแตกต่างกันสามารถนำมาใช้ในการรู้จำได้ทันทีและคำนวณได้ไม่ยากคือความยาวด้านที่ยาวที่สุด สรุปได้ว่าปัญหาการแยกวัตถุว่าเป็นตะปูหรือเป็นแหวนเป็นปัญหาการแยกแยะรูปแบบโดยใช้คุณลักษณะที่สำคัญคือความยาวที่มากที่สุดของวัตถุ ถ้านำคุณสมบัตินี้ของทั้งน็อตและแหวนจำนวนหนึ่งไปวาดเป็นกราฟจะได้ผลลัพธ์ดังนี้

รูปที่ 2.2



รูปที่ 2.2 แสดงกราฟคุณสมบัติของตะปูและน็อต

รูปที่ 2.2 แสดงให้เห็นว่าปัญหานี้สามารถแก้ได้ โดยใช้คุณลักษณะเพียงตัวเดียวหรือเป็นรูปแบบของกลุ่มที่มีอวกาศแบบมิติเดียว และเป็นกราฟที่มีกลุ่มของข้อมูล 2 กลุ่ม มีความแตกต่างกันอย่างชัดเจนทำให้สามารถสร้างสมการคณิตศาสตร์ที่ใช้สำหรับตัดสินได้ทันทีว่าข้อมูลที่ได้รับเป็นตะปูหรือแหวนโดยใช้ฟังก์ชันแบบเทรชโฮล(threshold) หรือใช้การตัดสินจากค่ามากกว่าหรือต่ำกว่าที่กำหนด

บางกรณีที่ การแยกกลุ่มข้อมูลจำเป็นต้องใช้คุณลักษณะมากกว่าหนึ่งลักษณะ เช่น กรณีการแยกแหวนแบบกลมและแบบเหลี่ยมออกจากกัน ซึ่งไม่สามารถใช้ความยาวอย่างเอกสารนเป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่นอนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เดียว อาจต้องใช้คุณสมบัติความกลม(circularity) ซึ่งเป็นอัตราส่วนระหว่างพื้นที่กับเส้นผ่าศูนย์กลางกำลังสองเข้ามาประกอบดังในกราฟรูปต่อไปนี้



รูปที่ 2.3 แสดงกราฟคุณสมบัติของแหวนกลมและเหลี่ยม

จากรูปเห็นได้ว่าการตัดสินใจว่าข้อมูลที่อ่านได้ว่าเป็นแหวนกลมหรือเหลี่ยมควรใช้การพิจารณาจากเส้นตรงสมมุติซึ่งอยู่ระหว่างกลุ่มข้อมูลแหวนกลมและเหลี่ยม ในกรณีตัวอย่างนี้ที่ใช้สมการเส้นตรงเข้ามาพิจารณาแบ่งกลุ่มข้อมูลได้เรียกว่าการแบ่งกลุ่มแบบเส้นตรง(linearly seperable) แต่ว่าปัญหาในธรรมชาติมักจะมีจัดกลุ่มข้อมูลในลักษณะที่ไม่สามารถใช้สมการเส้นตรงสมการเดียวตัดสินว่าข้อมูลควรจัดอยู่ในกลุ่มใดเรียกว่าการกระจายข้อมูลแบบ exclusive-OR distribution

2.3 กระบวนการรู้จำอักษรไทย

กระบวนการรู้จำอักษรไทยเริ่มด้วยการอ่านข้อมูลภาพหน้ากระดาษด้วยเครื่องแสกนภาพชนิดตั้งโต๊ะ ผลลัพธ์ที่ได้เป็นภาพขาวดำ เมื่อพิจารณาจุดของภาพจะเป็นพิกเซลหรือจุดที่มีค่าเป็นศูนย์และหนึ่งซึ่งอาจหมายถึงส่วนของตัวอักษรและพื้นขาวของกระดาษ การรู้จำอักษรไทยจะต้องนำภาพหน้ากระดาษนี้ไปประมวลผลให้เหลือเพียงรูปตัวอักษรแต่ละตัวก่อน เพราะกระบวนการรู้จำรูปแบบชนิดวิธีสถิติ และไวยากรณ์ใช้ได้กับรูปอักษรเพียงตัวเดียวเท่านั้น กระบวนการนี้เริ่มจากการแยกอักษรทีละบรรทัดจากหน้ากระดาษ แล้วนำมาแยกอักษรทีละตัวออกจากบรรทัด ผลลัพธ์ที่ได้จึงส่งไปคำนวณหาคุณสมบัติต่างๆ

ในการศึกษาขั้นนี้จะจำกัดขอบเขตว่า ในหน้ากระดาษหนึ่งนั้นมีแต่ตัวอักษรตัวพิมพ์ที่พิมพ์ด้วยวิธีปรกติเท่านั้น(เช่น ไม่ได้พิมพ์ทะแยง หรือพิมพ์เหลื่อมกัน ในหนึ่งหน้ากระดาษ ใช้ขนาดอักษรเท่ากันและเป็นแบบเดียว ป้อนกระดาษตรงไม่ป้อนกระดาษเอียงมากเกินไปซึ่งจะทำให้สามารถใช้ฮิสโตแกรม หรือการสแกนตามแนวนอนและแนวตั้งสามารถแยกอักษรออกมาได้

กระบวนการตัวอักษรออกจากภาพหน้ากระดาษ ประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

ก. อ่านภาพแบบขาวดำเข้ามาทั้งหน้ากระดาษ (สมมติว่ามีหน่วยความจำใหญ่พอ)

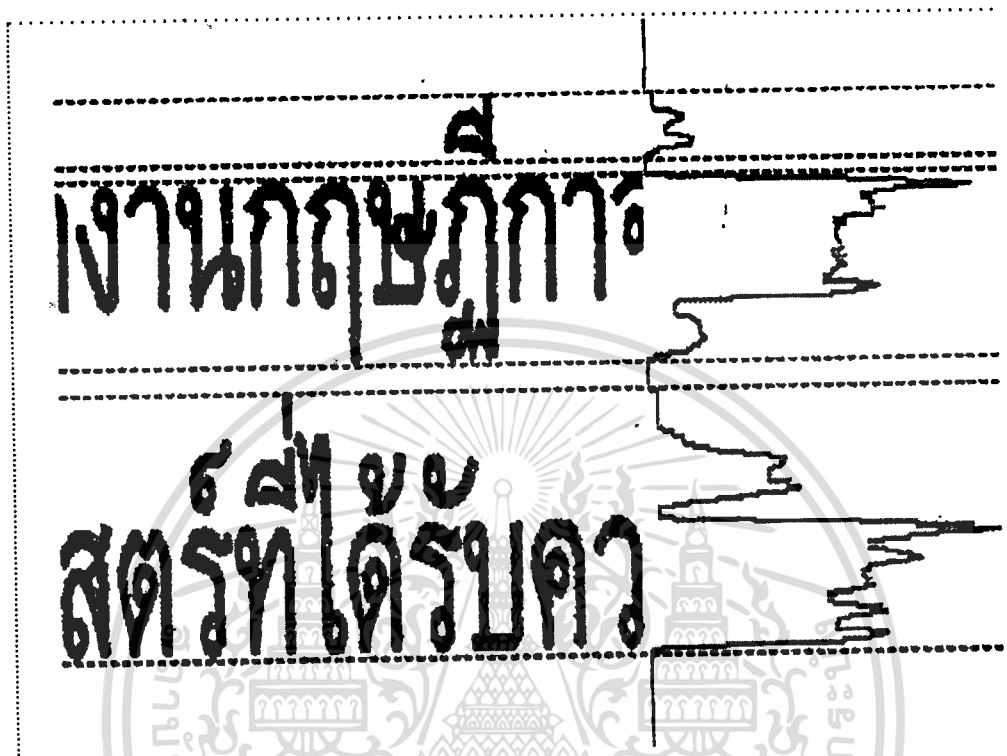
ประเทศไทยให้การคุ้มครองลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์หรือไม่

ประเทศไทยมีพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ สำหรับการคุ้มครองวรรณศิลป์กรรม ประติมากรรม และงานในหมวดอื่น ๆ เช่น หมวดวิทยาศาสตร์ ราชบัญญัตินี้ประกาศใช้มานานแล้ว การกำหนดโทษผู้ละเมิดจึงค่อนข้าง และไม่ได้มีการกำหนดอย่างชัดเจนว่า ซอฟต์แวร์เป็นงานที่เข้าข่ายคุ้มครองหรือไม่ แม้ว่าทางสำนักงานกฤษฎีกาจะตีความว่าซอฟต์แวร์เป็นงานในหมวดศาสตร์ที่ได้รับความคุ้มครองอยู่แล้วตามพรบ.นี้ แต่ก็ยังไม่มีผู้เสียหายอยากจะเสี่ยงนำผู้ละเมิดมาฟ้องศาลตามพรบ. เพราะถ้าศาลไม่เห็นด้วยความเป็นอย่างอื่นก็ยังมีปัญหามากขึ้น

รูปที่ 2.4 แสดงภาพหน้ากระดาษที่ใช้โปรแกรมอ่านภาพจากเครื่องกวาดภาพ

ข. ฮาฮิสโตแกรมของภาพในแนวนอน

ค. ระหว่างที่ฮาฮิสโตแกรมในแนวนอน ถ้ามีค่าฮิสโตแกรมจุดใดที่เปลี่ยนจากศูนย์เป็นค่าใดใดก็ตามให้สันนิษฐานว่าเป็นจุดเริ่มต้นของเส้นบรรทัดบน



รูปที่ 2.5 แสดงการตัดบรรทัด โดยใช้จุดที่มีการเปลี่ยนค่าศูนย์

- ง. ถ้าเส้นระหว่างบรรทัดห่างพอ จะตัดออกเป็นสองบรรทัดได้
- จ. ทำการแยกส่วนของบรรทัดออกมาทีละบรรทัด เก็บไว้ในอาเรย์หรือในไฟล์ ตามลำดับการตัดบรรทัด ทำเช่นนี้เรื่อยไปจนหมดทุกบรรทัด
- ฉ. ตัดตัวอักษรจากบรรทัดออกเป็นตัวอักษรทีละตัว(character segmentation) โดยอาศัยฟังก์ชันฮิสโตแกรมของเซลในแนวตั้ง กรณีที่ตัวอักษรกำหนดขนาดอักษรคงที่(fixed spacing) ปัญหาจะไม่ยุ่งยากนัก แต่กรณีการพิมพ์ตัวอักษรที่ปรับช่องว่างแบบไม่ตายตัว(propotional spacing) จะมีปัญหาค่อนข้างมาก รวมทั้งที่กรณีการพิมพ์นั้นออกแบบให้พิมพ์อักษรทับกันได้ด้วย เช่น ในระบบพิมพ์ดีด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

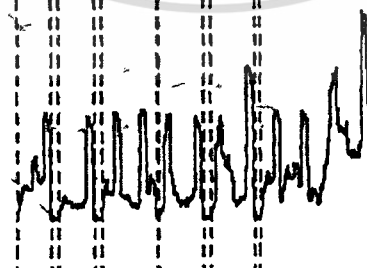
งานกฤษฎีกา



ชม

รูปที่ 2.6 แสดงการหาฮิสโตแกรมในแนวดิ่งเพื่อตัดอักษรจากบรรทัด

งานกฤษฎีกา



ชม

รูปที่ 2.7 แสดงการตัดอักษรจากบรรทัด

2.4 การวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแยกแยะตัวอักษรภาษาไทย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก่อนจะเข้าสู่งานวิจัยของผู้เขียน ขอแนะนำผลการวิจัยที่เกี่ยวข้องที่ทำมาก่อนซึ่ง สุรสิทธิ์ รัตรี ในวิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาโทปี 2533 เรื่อง "การรู้จำอักขรตัวพิมพ์ภาษาไทยโดยการค้นหาลักษณะโครงสร้างของลายเส้น" ได้รวบรวมและวิจารณ์งานวิจัยที่เกี่ยวข้องกับการแยกตัวอักษรภาษาไทยทั้งตัวพิมพ์และแบบลายมือเขียนจำนวน 6 เรื่อง ซึ่งจะไม่นำมากล่าวซ้ำในที่นี้อีก แต่ขอสรุปเป็นตารางไว้เฉพาะเรื่องของตัวอักษรพิมพ์ไว้ดังนี้

ชื่อวิธีการ	คุณสมบัติที่ใช้	ฟังก์ชันตัดสินใจหรือวิธีตัดสินใจ	ผู้วิจัย
1. การจดจำแบบซ้อนทับ	จุดของภาพอักษร	Correlation Function Maximum Likelihood	ชม กิมปาน
2. การจดจำแบบวิเคราะห์โครงสร้าง	ความสัมพันธ์ของจุดต่างๆในตัวอักษร	Table Lookup Pattern matching Linearly decision	ชม กิมปาน
3. การจดจำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยโดยการพิจารณาหัวของอักษร	เหมือนแบบที่ 2. เพิ่มส่วนการพิจารณาส่วนหัวอักษร	Table lookup Pattern matching	สุรพันธ์ เอื้อไพฑูริย์
4. การจดจำรูปแบบตัวอักษรคัดลายมือไทยโดยวิธีแยกลักษณะเด่น	รูปแบบรหัสจากความสัมพันธ์ของเส้นและเนื้ออักษร	Table lookup Pattern matching	ประสาร ตั้งติสสานนท์
5. การรู้จำอักขรตัวพิมพ์ภาษาไทยโดยวิธีค้นหาลักษณะโครงสร้างของลายเส้น	รูปแบบรหัสจากความสัมพันธ์ของขอบและเนื้ออักษร	Table lookup Pattern matching	สุรสิทธิ์ รัตรี

ตารางที่ 2.1 แสดงการวิจัยเรื่องการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยตัวพิมพ์

2.5 วิจัยและแนวทางการวิจัยของวิทยานิพนธ์ฉบับนี้

จากตารางที่ 2.1 การวิจัยที่แสดงในตารางนี้แสดงว่าวิธีการตัดสินใจสำหรับการรู้จำอักษรไทยตัวพิมพ์ผู้เขียนวิเคราะห์ว่าส่วนใหญ่เป็นวิธีทางด้านสถิติ และวิธีการที่ใช้มากแบ่งได้เป็นสามกลุ่ม คือ การเทียบรูปแบบ(Pattern matching)หรือการเปิดตาราง(table lookup) การเทียบความเหมือน(correlation) และการตัดสินใจด้วยสมการเส้นตรง(linearly equation decision)

แบบแรกคือการเทียบรูปแบบหรือการเปิดตาราง โดยนำต้นแบบตัวอักษรจำนวนมากมาวิเคราะห์หาคุณสมบัติต่างๆ แล้วนำไปสร้างเป็นตารางไว้ และเมื่อมีอินพุตป้อนเข้ามาจะนำคุณสมบัติของอักษรอินพุตนั้นมาเทียบกับตาราง ถ้าคุณสมบัติที่เก็บไว้ตรงกับตารางในกลุ่มอักษรใดก็จะสรุปว่า จัดเป็นอักษรนั้น การออกแบบตารางที่ซับซ้อนขึ้นจะพิจารณาว่าอักษรหนึ่งตัวอาจมีต้นแบบหลายแบบซึ่งมีคุณสมบัติต่างกันออกไป จึงต้องสร้างเป็นกลุ่มของข้อมูลต้นแบบหนึ่งตัวขึ้นมา และถ้านำคุณสมบัติของอักษรที่ไม่รู้จักมาเทียบตรงกับตัวใดตัวหนึ่งในกลุ่มก็จะสรุปว่าเป็นอักษรตัวนั้น วิธีเทียบอักษรนี้มีข้อจำกัดที่สำคัญ 2 ข้อคือ ลักษณะหรือคุณสมบัติที่ใช้จะต้องมีความคงที่ และผลลัพธ์การทำงานที่ได้ไม่มีค่าที่บ่งถึงระดับความเหมือน(level of similarity measurement) ระหว่างต้นแบบกับอินพุต

แบบที่สองคือการเทียบความเหมือน จากงานวิจัยที่อ้างถึงเป็นการนำเนื้ออักษรทั้งตัวมาเทียบ(โดยการนำมาลบกัน หรือค่าเปรียบเทียบในรูปสมการต่างๆ) กับต้นแบบจำนวนมากเพื่อหาว่า ต้นแบบใดมีความแตกต่างจากอินพุตน้อยที่สุด(โดยการเรียงลำดับหาค่าสูงสุดต่ำสุด) โดยจัดกลุ่มของตัวอย่างให้อยู่ในกลุ่มของตัวต้นแบบที่มีความแตกต่างน้อยที่สุด วิธีนี้มีปัญหาในการคำนวณถ้าเนื้ออักษรใหญ่และมีจำนวนตัวอย่างจำนวนมากจะใช้เวลาคำนวณนานมาก แต่จะได้ผลลัพธ์ที่บอกให้รู้ด้วยว่าค่าที่บ่งระดับความเหมือนระหว่างอินพุตกับต้นแบบมีเพียงใด

แบบที่สามเป็นการตัดสินใจ โดยนำคุณสมบัติจำนวน 2 คุณสมบัติมาสร้างเป็นกราฟของรูปแบบแบบ 2 มิติ นำกลุ่มทั้งหมดมาพล็อตลงในนี้ แล้วสร้างสมการตัดสินใจแบบเส้นตรงขึ้นมาจำนวนหนึ่ง เพื่อหาทางแบ่งกลุ่มของตัวอย่างให้ออกเป็นกลุ่มเล็ก ๆ หลายกลุ่ม ในระดับการแบ่งกลุ่มพื้นฐานจะมีเพียงสองกลุ่มที่พิจารณาได้ว่า ใช้สมการเส้นตรงเส้นเดียวสามารถแบ่งกลุ่มรูปแบบเป็น 2 กลุ่ม แล้ววิเคราะห์หาพารามิเตอร์ของสมการเส้นตรงนั้น เมื่อมีอินพุตที่ไม่

รู้กลุ่มป้อนเข้ามา จะนำคุณสมบัติของอินพุตนั้นมาแมพในอวกาศของรูปแบบเพื่อดูว่าจะจัดใน
กลุ่มใด โดยใช้เส้นตรงที่กำหนดเป็นแนวทาง หรือใช้การคำนวณโดยการแทนค่าของตำแหน่งของ
อินพุตลงในสมการของเส้นตรงที่ใช้ตัดสินใจ เพื่อหาว่าพิกัดของอินพุตอยู่บนหรือใต้เส้นตรงนั้นทำ
ให้เลือกกลุ่มได้ ปัญหาของวิธีการนี้คือรูปแบบในธรรมชาติส่วนมากมีการจัดกลุ่มที่ไม่สามารถใช้
สมการเส้นตรงตัดสินใจได้

การวิจัยในวิทยานิพนธ์นี้ จะขอเสนอหลักการตัดสินใจแบบใหม่ที่หลีกเลี่ยงข้อ
จำกัดของวิธีที่กล่าวมา โดยเรียกชื่อว่า"การตั้งสมมุติฐานและการทดสอบ"(Hypotheses and
Evaluate) และใช้คุณสมบัติที่เกี่ยวกับเนื้อของตัวอักษรเพื่อใช้ในการรู้จำ ซึ่งมีรายละเอียดในบทที่

4



บทที่ 3

การศึกษาตัวอักษรไทยตัวพิมพ์

3.1 ความเป็นมาของตัวอักษรภาษาไทย

อักษรไทยมีวิวัฒนาการมาจากตัวอักษรอินเดียตอนใต้ ซึ่งแตกแขนงออกเป็น อักษรขอมและมอญ แต่เดิมพ่อขุนรามคำแหงมหาราชได้ดัดแปลงอักษรขอมและมอญให้เป็น อักษรไทยมีสระพยัญชนะและวรรณยุกต์อยู่ในบรรทัดเดียวกัน ต่อมามีการเปลี่ยนแปลงให้สระอยู่ ด้านหน้าด้านหลังหรือด้านบนหรือล่างและวรรณยุกต์อยู่ด้านบน[วิวัฒนะ จุฑะวิภาต, การออกแบบ, 2527] มีการหล่อตัวพิมพ์ภาษาไทยเป็นครั้งแรกในพ.ศ. 2357 โดย เจมส์โลว์ และจัดพิมพ์หนังสือ ภาษาไทยครั้งแรกที่ประเทศอินเดีย ตัวพิมพ์ที่หล่อขึ้นเลียนแบบการเขียนหนังสือบรรจงในสมัยนั้น มีลักษณะเป็นตัวหนังสือที่เขียนด้วยปากกาจิ้มหมึกเขียนบนกระดาษที่ไม่เรียบนัก ตัวพิมพ์ที่หล่อ ขึ้นติดกันเป็นแผ่น ไม่ได้แยกเป็นตัว ๆ ดังในปัจจุบันนี้ ตัวพิมพ์ที่หล่อในระยะต่อมาโดย บลัดเลย์ ในพ.ศ. 2378 ก็ยังคงเลียนแบบตัวของเจมส์โลว์อยู่แต่ทำให้ช่องไฟและแนวเส้นเป็นแถวแนวดี ขึ้น

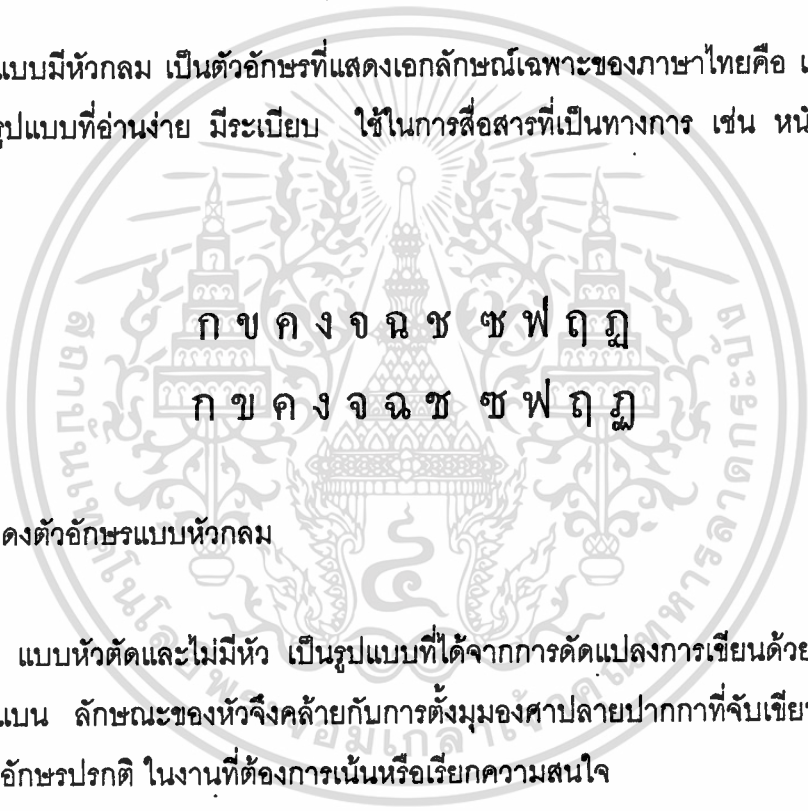
ช่วงพ.ศ. 2385-2400 มีการปรับปรุงตัวพิมพ์ใหม่ เป็นตัววาดหัวกลมเส้นบางเสมอกัน เส้นตั้งฉากและแนวนอนของตัวอักษรเป็นระเบียบขึ้น ซึ่งเป็นลักษณะของ“ตัวเหลี่ยม”ในปัจจุบัน ในตอนแรกๆตัวพิมพ์จะมีลักษณะนี้ทั้งสิ้นไม่ว่าจะเป็นขนาดใดก็ตาม ในปีพ.ศ. 2477 มีหนังสือบางเล่มพิมพ์ด้วยตัวหนาสันนิษฐานว่าตัวพิมพ์แบบหนาหรือตัวโป่งจะเริ่มมีในระยะนี้

ในปี พ.ศ. 2457 มีตัวอักษรที่เรียกว่าตัวฝรั่งเศสเกิดขึ้น เป็นการเลียนแบบอักษรโรมันคือเส้นมีความหนาบางต่างกัน หลังจากนั้นไม่นานมีการหล่อตัวพิมพ์จิ๋วขึ้นใช้ด้วย ในปีพ.ศ. 2468 มีการหล่อตัวพิมพ์ภาษาไทยขึ้นใช้หลายแบบหลายขนาด คือมีทั้งตัวเหลี่ยม ตัวฝรั่งเศส ตัวเอน ตัวจิ๋ว และได้มีการดัดแปลงแก้ไขรูปแบบการพิมพ์เรื่อยมา

3.2 การวิเคราะห์ตัวอักษรไทย

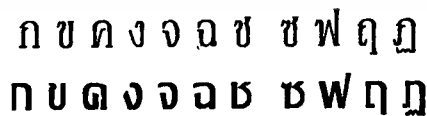
การวิเคราะห์ตัวอักษรไทยเพื่อจะให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถแยกแยะออกให้ได้ควรจะเริ่มจากการศึกษารูปร่างของอักษรไทยมาตรฐาน แต่ปัจจุบันยังไม่มีการประกาศรูปร่างอักษรไทยมาตรฐานได้สำเร็จ แม้จะมีการตั้งคณะกรรมการร่างสัดส่วนของอักษรไทยโดยราชบัณฑิตยสถานแห่งชาติตั้งแต่ 2517 ขึ้นมาแล้วก็ตาม รูปแบบของตัวอักษรไทยโดยทั่วไปอาจวิเคราะห์ได้ดังนี้

ก. แบบมีหัวกลม เป็นตัวอักษรที่แสดงเอกลักษณ์เฉพาะของภาษาไทยคือ เป็นตัวอักษรที่มี“หัว” เป็นรูปแบบที่อ่านง่าย มีระเบียบ ใช้ในการสื่อสารที่เป็นทางการ เช่น หนังสือ เอกสารต่างๆ



รูปที่ 3.1 แสดงตัวอักษรแบบหัวกลม

ข. แบบหัวตัดและไม่มีหัว เป็นรูปแบบที่ได้จากการดัดแปลงการเขียนด้วยปากกาหัวตัดหรือปากกาแบน ลักษณะของหัวจึงคล้ายกับการตั้งมุมมองศาลปลายปากกาที่จับเขียน มักใช้ขนาดใหญ่กว่าตัวอักษรปกติ ในงานที่ต้องการเน้นหรือเรียกความสนใจ

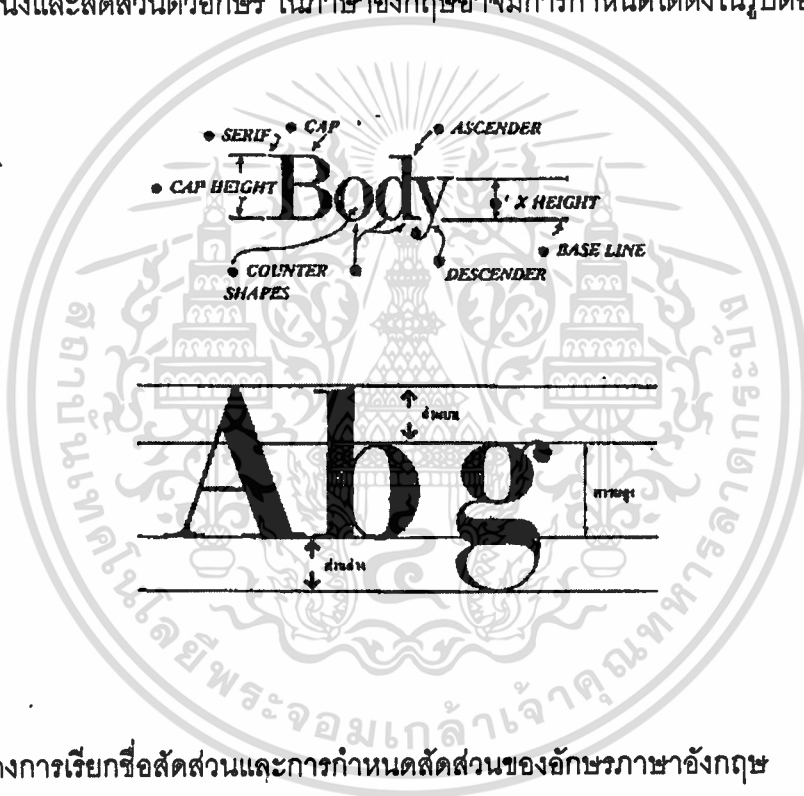


รูปที่ 3.2 แสดงตัวอักษรหัวตัด

ค. แบบคัดลายมือหรือเรียกว่าเป็นตัวอาลักษณ์ เป็นรูปแบบตัวอักษรที่เลียนแบบการเขียนด้วยปากกาแหลม มักมีความหนาบางของเส้นต่างกัน ใช้สำหรับ งานที่ต้องการให้เกียรติและยกย่อง เช่น ในปริญญาบัตรหรือบัตรเชิญ เป็นต้น

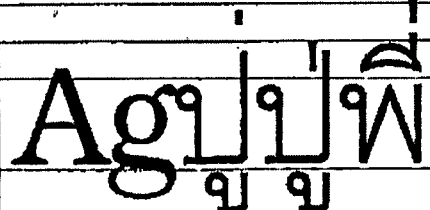
ง. แบบประดิษฐ์ เป็นรูปแบบที่เกิดจากการเขียนอย่างอิสระไม่มีแบบแผน เพื่อดึงดูดความสนใจ มักใช้เป็นหัวเรื่องหรือป้ายประกาศ

การวางตำแหน่งและสัดส่วนตัวอักษร ในภาษาอังกฤษอาจมีการกำหนดได้ดังในรูปต่อไปนี้



รูปที่ 3.3 แสดงการเรียกชื่อสัดส่วนและการกำหนดสัดส่วนของอักษรภาษาอังกฤษ

สำหรับตัวอักษรไทยเนื่องจากยังขาดมาตรฐาน จึงเป็นเพียงการกำหนดไว้คร่าวๆ โดยถ้า
นियามระดังต่างๆ ในบรรทัดหนึ่งดังรูปต่อไปนี้

	1	TOP
	2	ABOVE
	3	BASE
	4	BELOW

รูปที่ 3.4 แสดงการกำหนดระดับของอักษรไทย

การจัดระดับตัวอักษรโดยทั่วไปจะเป็นตามหลักการต่อไปนี้

1. ตัวอักษรทุกตัว อักษรอยู่ระดับที่ 3.
2. สระและวรรณยุกต์ อ๋ อั อี้ อี อื อยู่ที่ระดับ 2 หรือ 1 ถ้ามีสระในข้อ 3
3. สระ อิ อี อื อี้ อ้อ อยู่ระดับที่ 2
4. ะ ั ำ แ อยู่ที่ระดับที่ 3
5. ไ ใ ใว อยู่ที่ระดับ 3 และเลยไปถึง 2
6. สระ อุ อู อยู่ที่ระดับ 4

การกำหนดขนาดตัวอักษรตัวพิมพ์ในวงการพิมพ์ ใช้หน่วยที่เรียกว่า พอยท์ และการจัดหน้ากระดาษ ใช้หน่วยเป็นไพกา ซึ่งเทียบกับหน่วยนิ้วได้ดังนี้ 12 พอยท์ เท่ากับ 1 ไพกา และ 6 ไพกา เท่ากับ 1 นิ้ว กลุ่มขนาดตัวอักษรที่ใช้กับงานต่างๆโดยทั่วไปเป็นดังนี้

- ก. ขนาด 6 - 12 พอยท์ เป็นตัวอักษรขนาดเล็ก ที่ใช้สำหรับงานที่มีเนื้อที่จำกัดและมีข่าวสารมาก เช่น สลากยา หรือ ใช้บรรยายได้ภาพของสิ่งพิมพ์ที่ใช้ตัวธรรมดาเรียงพิมพ์เนื้อเรื่อง
- ข. ขนาด 14 - 19.5 พอยท์ เป็นตัวอักษรธรรมดาที่ใช้เรียงพิมพ์เนื้อเรื่องสิ่งพิมพ์ทั้งหมดที่ไม่ต้องการเน้นตัว เป็นตัวพิมพ์ที่ใช้มากที่สุด สำหรับงานหนังสือทั่วไป ยกเว้นหนังสือสำหรับเด็กหรือคนแก่
- ค. ขนาด 24 - 32 พอยท์ เป็นตัวอักษรที่ใช้สำหรับหนังสือของเด็กและคนแก่ หรือการเน้นข้อความหรือประกาศ
- ง. ขนาด 40 - 72 พอยท์ เป็นตัวอักษรที่ใช้สำหรับ ประกาศ โปสเตอร์ หรือพาดหัวข่าว หนังสือพิมพ์ เพื่อเรียกความสนใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.3 การจำแนกความถี่ของตัวอักษร

กระบวนการแยกแยะตัวอักษรอาจต้องพิจารณาคุณสมบัติด้านความถี่ของต้นแบบด้วย ถ้าต้นแบบมีความถี่ในการใช้ไม่เท่ากันตัวอักษรที่มีความถี่ในการใช้สูงกว่าจะมีความน่าจะเป็นสูงกว่าไปด้วย ได้มีการวิเคราะห์ความถี่ของตัวอักษรภาษาไทย(เย็น ภู่วรรณ, การประชุมวิชาการทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 7, “การวิเคราะห์ข้อมูลคำไทย”, 2527) ดังแสดงในตารางต่อไปนี้

ตัวอักษร	จำนวนตัว	เปอร์เซ็นต์	ตัวอักษร	จำนวนตัว	เปอร์เซ็นต์
.	670	0.1446	ฤ	167	0.0850
ก	39963	4.3092	ค	10169	2.2374
ข	5599	1.2086	ว	12882	2.7807
ค	8332	3.7985	ค	1615	0.3486
ข	111	0.0240	ช	1139	0.2459
ง	19176	4.1393	ล	8511	1.8372
จ	7259	1.5669	ห	9802	2.1158
ฉ	519	0.1120	พ	63	0.0136
ช	4366	0.9424	อ	20346	4.3919
ซ	1049	0.2264	ธ	120	0.0259
ด	1	0.0002	ะ	8765	1.8920
น	1239	0.2674	า	32908	7.1035
ญ	98	0.0212	ำ	3658	0.7896
ย	210	0.0453	เ	18084	3.9036
ร	465	0.1004	แ	6846	0.4773
ท	50	0.0108	ไ	2321	0.5010
ถ	167	0.0360	ใ	5346	1.1540
ด	1663	0.3590	อ	7068	1.5257
ค	10813	2.3341	า	825	0.1781
ข	8407	1.8147	ำ	89	0.0192
ง	2386	0.5150	เ	4180	0.9023
จ	11004	2.3753	ห	3993	0.8691
ฉ	1361	0.2938	อ	8687	1.9183
ช	28917	6.2420	ธ	12388	2.6741
ซ	7892	1.7036	.	2650	0.5720
ด	8266	1.7843	.	5443	1.1749
ด	2272	0.4904	.	43129	2.8340
ข	317	0.0684	.	4848	1.0465
ค	5548	1.1976	.	22600	4.8784
ง	505	0.1090	.	16684	3.6014
จ	1101	0.2377	.	165	0.0356
ฉ	16406	3.5414	.	159	0.0343
ช	13854	2.9905	.	2567	0.5541
ซ	22720	4.9043	ะ	1953	0.4216

ตารางที่ 3.1 แสดงการแจกแจงความถี่ของตัวอักษรภาษาไทยในงานทั่วไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ให้ S และ X เป็นเมทริกซ์ของรูปแบบซึ่งมีมิติขนาด $i \times j$ แล้วความคล้ายของรูปแบบทั้งสองนี้คือ R สามารถคำนวณได้จาก

$$R = \frac{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S(i,j) * X(i,j)}{\sqrt{\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m S^2(i,j) * \sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m X^2(i,j)}} \quad (1)$$

โดย R จะมีค่าเข้าใกล้ 1 เมื่อข้อมูลทั้งสองตัวมีความคล้ายกันมาก และมีค่าเข้าใกล้ 0 เมื่อมีความต่างกันมาก

ตารางต่อไปนี้เป็นตัวอย่างการคำนวณค่าความเหมือนระหว่างตัวอักษรต่างๆ ซึ่งปกติแล้วจะมีขนาดต่างกัน จะต้องนำมาผ่านกระบวนการปรับค่า(normalization)ให้มีขนาดเท่ากัน วิธีการปรับค่าอย่างง่ายทำได้โดยการย่อขนาดของรูปตัวอักษรให้อยู่ในกรอบมาตรฐาน แล้วนำมาคำนวณค่าดังสมการข้างต้น ตารางต่อไปนี้นำมาจากผลการทดลองของ สุวิทย์ ตรีเดชะวาทย์ ในวิทยานิพนธ์เรื่องการจัดจำรูปแบบลายมืออักษรภาษาไทยโดยวิธีการเปรียบเทียบอักษร คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง พ.ศ. 2529 หน้า 43

ก	ค	ด	ต	ท	บ	ผ	ฝ	
1	0.57	0.54	0.51	0.50	0.38	0.44	0.3	ก
	1	0.77	0.66	0.51	0.30	0.46	0.77	ค
		1	0.70	0.50	0.29	0.46	0.70	ด
			1	0.54	0.30	0.40	0.64	ต
				1	0.52	0.41	0.42	ท
					1	0.28	0.27	บ
						1	0.37	ผ
							1	ฝ

ตารางที่ 3.3 แสดงความแตกต่างของตัวอักษรไทยลายมือ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.5 รหัสของภาษาไทยที่ใช้ในคอมพิวเตอร์

ระบบรู้จำตัวอักษรไทยสิ่งที่เป็นอินพุทของระบบคือรูปภาพแผ่นกระดาษที่มีข้อความอยู่ เอาท์พุทของระบบคือรหัสของตัวอักษรไทยซึ่งมีการกำหนดมาตรฐานเอาไว้แล้ว [ทวีศักดิ์ กอนันต์กุล และคณะ, "คอมพิวเตอร์กับภาษาไทย", 2534] ดังตารางต่อไปนี้

	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	A	B	C	D	E	F
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	·	p								
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q				ก	ท	ม	ั	แ
2	STX	DC2	"	2	B	R	b	r				ข	ณ	ย	า	ไ
3	ETX	DC3	#	3	C	S	c	s				ช	ณ	ร	ำ	ใ
4	EOT	DC4	\$	4	D	T	d	t				ค	ค	ฤ	ั	ไ
5	ENO	NAK	%	5	E	U	e	u				ก	ท	ล	ั	า
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v				ผ	ถ	ภ	ั	า
7	BEL	ETB	'	7	G	W	g	w				ง	ท	ว	ั	ั
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x				จ	ช	ศ	ุ	ุ
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y				ฉ	น	ษ	ุ	ั
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z				ช	บ	ศ	ุ	ั
B	VT	ESC	+	:	K	[	k	{				ช	ป	ท		ั
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|				ฉ	พ	พ	พ	ั
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}				ญ	ฝ	อ		ั
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~				ฎ	พ	ช		ั
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL				ฎ	พ	า	ั	ั

ISO 646-1983 มอก.620-2529 หันกลับไปเรียงในสายอักขระไทย

ตารางที่ 3.4 แสดงตารางรหัสอักขระพื้นฐาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

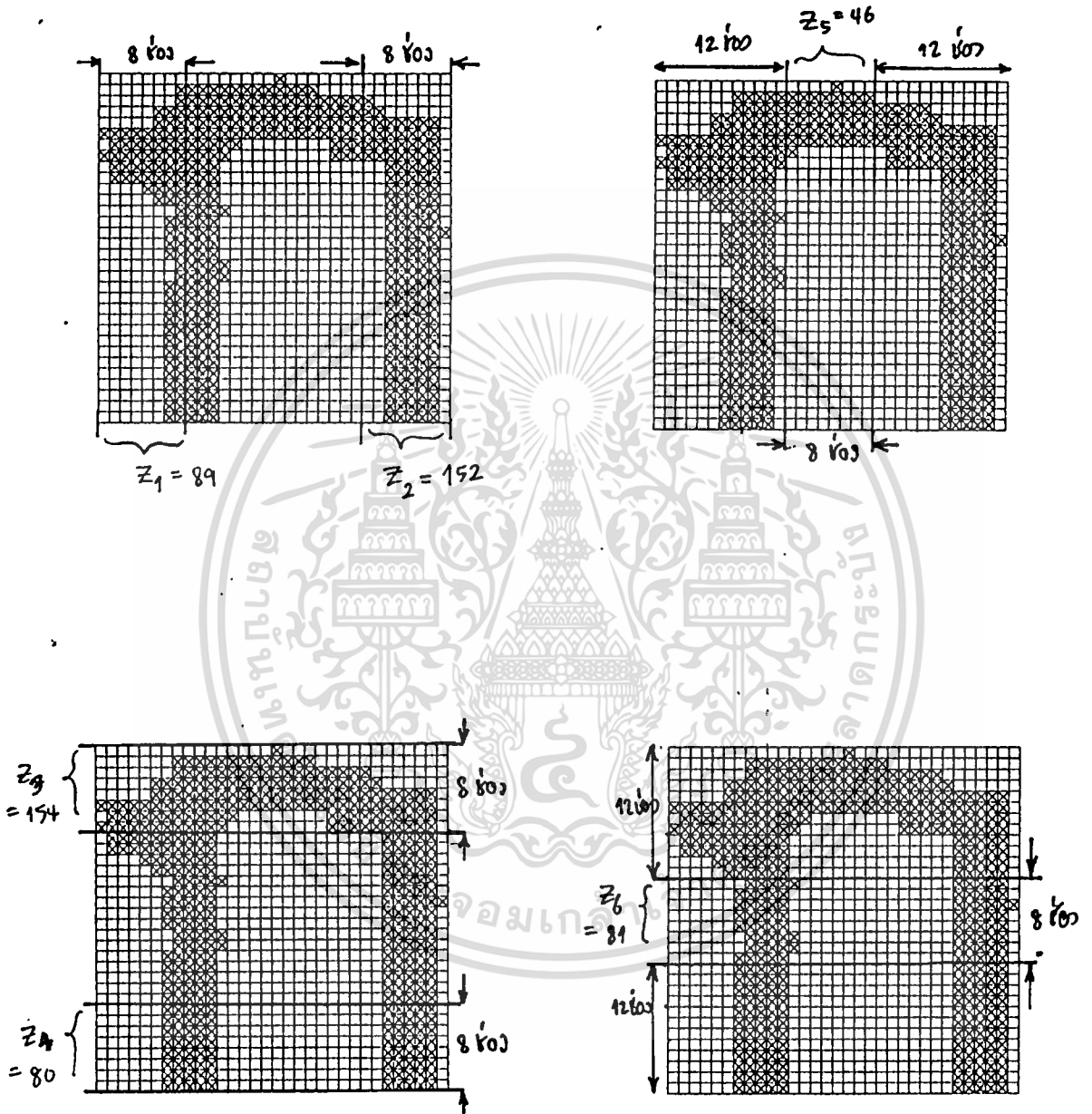
ทฤษฎีที่นำมาใช้และกระบวนการ

4.1 คุณสมบัติของตัวอักษรตัวพิมพ์ที่เหมาะสมกับการรู้จำ

ในบทที่ 1 ได้กล่าวถึงการหาคุณสมบัติของรูปแบบที่เหมาะสมกับการรู้จำว่า น่าจะคำนวณหรือมีอัลกอริทึมที่ง่ายและได้ผลลัพธ์ในเวลารวดเร็ว ค่าคุณสมบัติที่ได้สำหรับ ทุกๆตัวอย่างของกลุ่มน่าจะมีค่าคงที่สูงและต่างจากกลุ่มอื่น ในกรณีการรู้จำตัวอักษร ภาษาไทยตัวพิมพ์ ได้มีความพยายามหาคุณสมบัติต่างๆในหลายตัวด้วย ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ ขอเสนอให้ใช้คุณสมบัติที่เกี่ยวพันกับการหาค่าฟังก์ชันฮิสโตแกรม 2 คุณสมบัติ ซึ่งยังไม่มี การทดลองกับภาษาไทยมาก่อน

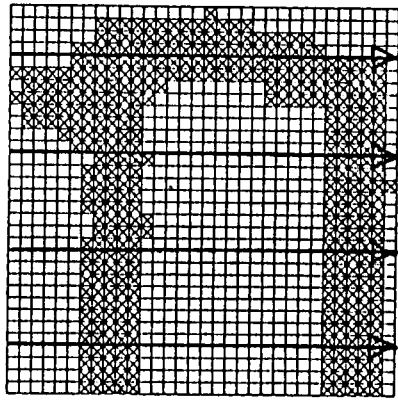
ผู้เขียนมีสมมุติฐานว่าฮิสโตแกรมแบบต่างๆ ของอักษรตัวพิมพ์ที่ไม่เอียงมาก น่าจะเป็นคุณสมบัติตัวแทนของกลุ่มอักษรได้ จึงได้ทดลองหาฮิสโตแกรมแบบต่างๆ เช่น การหาฮิสโตแกรมเฉพาะบริเวณแบบต่างๆ หลังจากได้ทดลองกับข้อมูลจำนวนหนึ่งแล้ว พบว่า คุณสมบัติจำนวนจุดในบริเวณเฉพาะต่างๆ ของตัวอักษรก็น่าจะเป็นตัวแทนของกลุ่มอักษรได้ (จำนวนจุดในบริเวณเฉพาะก็คือการหาผลรวมของฟังก์ชันฮิสโตแกรมในช่วงที่กำหนดนั่นเอง) จึงได้ศึกษาคุณสมบัติทั้งสอง โดยคาดหวังว่าน่าจะนำมาใช้รู้จำตัวอักษรพิมพ์ได้

ตัวอักษรอินพุตที่ป้อนเข้ามายังระบบอาจเป็นอักษรที่มีขนาดไม่เท่ากัน จะต้องมีการบวนการปรับให้เป็นกลาง(nomalization)ก่อน วิธีการอย่างง่ายที่ใช้ในวิทยานิพนธ์นี้คือ การย่อหรือขยายให้อินพุตมีขนาดเท่ากับกรอบมาตรฐานหนึ่ง จากการทดลองผลลัพธ์ที่น่าพอใจใช้กรอบขนาด 32×32 จุด แล้วนับจำนวนจุดในพื้นที่เฉพาะ กำหนดชื่อเรียกบริเวณต่างๆ เป็น $Z_1, Z_2, Z_3, Z_4, Z_5, Z_6$ การแบ่งพื้นที่เฉพาะเหล่านี้ใช้การสังเกตว่าเป็นบริเวณที่นาระบุลักษณะ ของตัวอักษรได้ เช่น เป็นบริเวณหัวและขาหน้าของอักษร หางและขาหลังของอักษร หลังคา ของอักษร ส่วนลำตัวของอักษร เป็นต้น บริเวณที่กำหนดจะมีสัดส่วนดังแสดงในรูป สัดส่วนเหล่านี้ได้มาจากการทดลองซ้ำหลายๆครั้ง เพื่อให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด

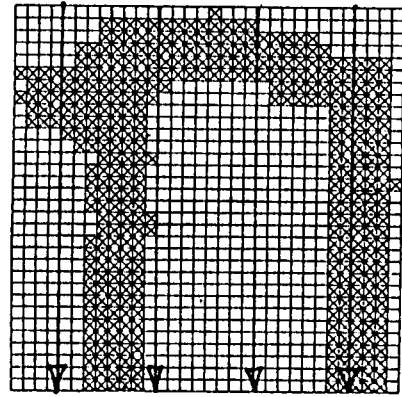


รูปที่ 4.1 แสดงการนับจำนวนจุดในพื้นที่เฉพาะแบบต่างๆ

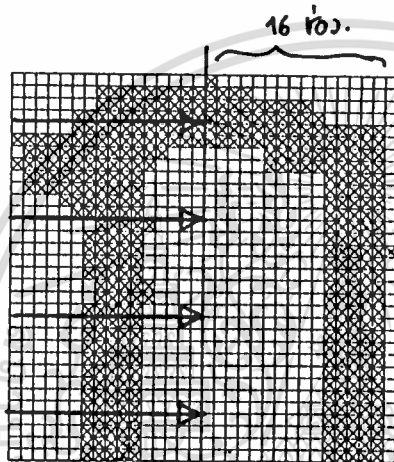
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



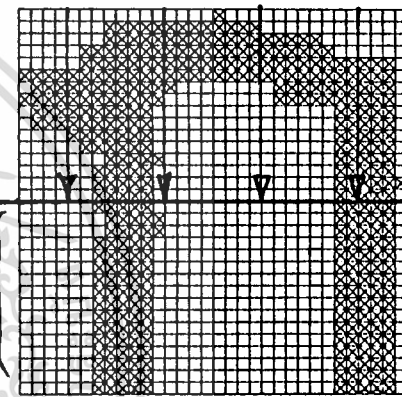
HHV



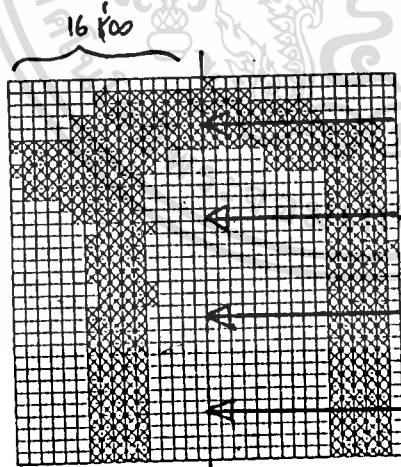
VHV



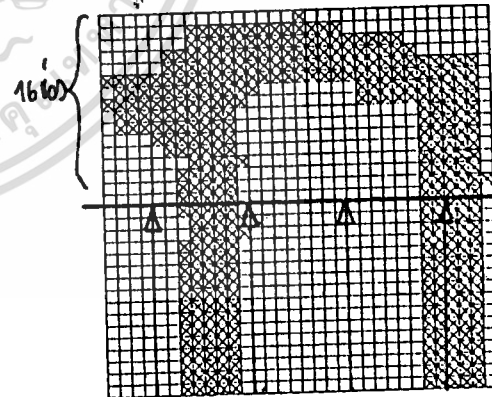
HHVLR



VHVTB



HHVRL



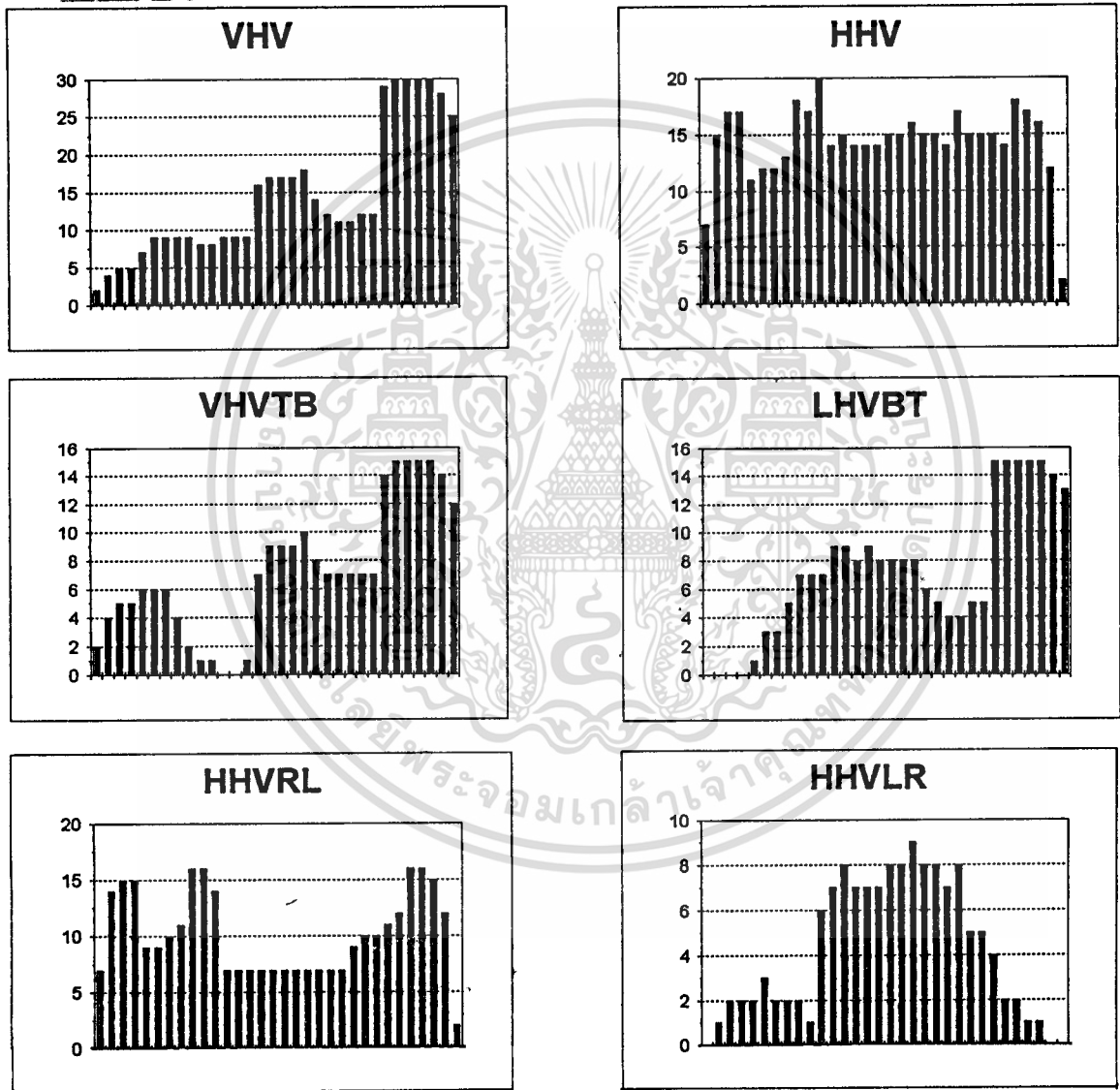
VHVBT

รูปที่ 4.2 แสดงการหาค่าของฮิสโตแกรมแบบต่างๆ

ชื่อย่อต่างของค่าคุณสมบัตินี้ทางฮิสโตแกรมมีความหมายดังนี้ HHV (horizontal histogram value) VHV (vertical histogram value) HHVLR (horizontal histogram from left to right) HHVRL(horizontal histogram from right to left) VHVTB (vertical histogram value form top to bottom) VHVBT (vertical histogram value form bottom to top)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 4.3 แสดงอักษร ง.

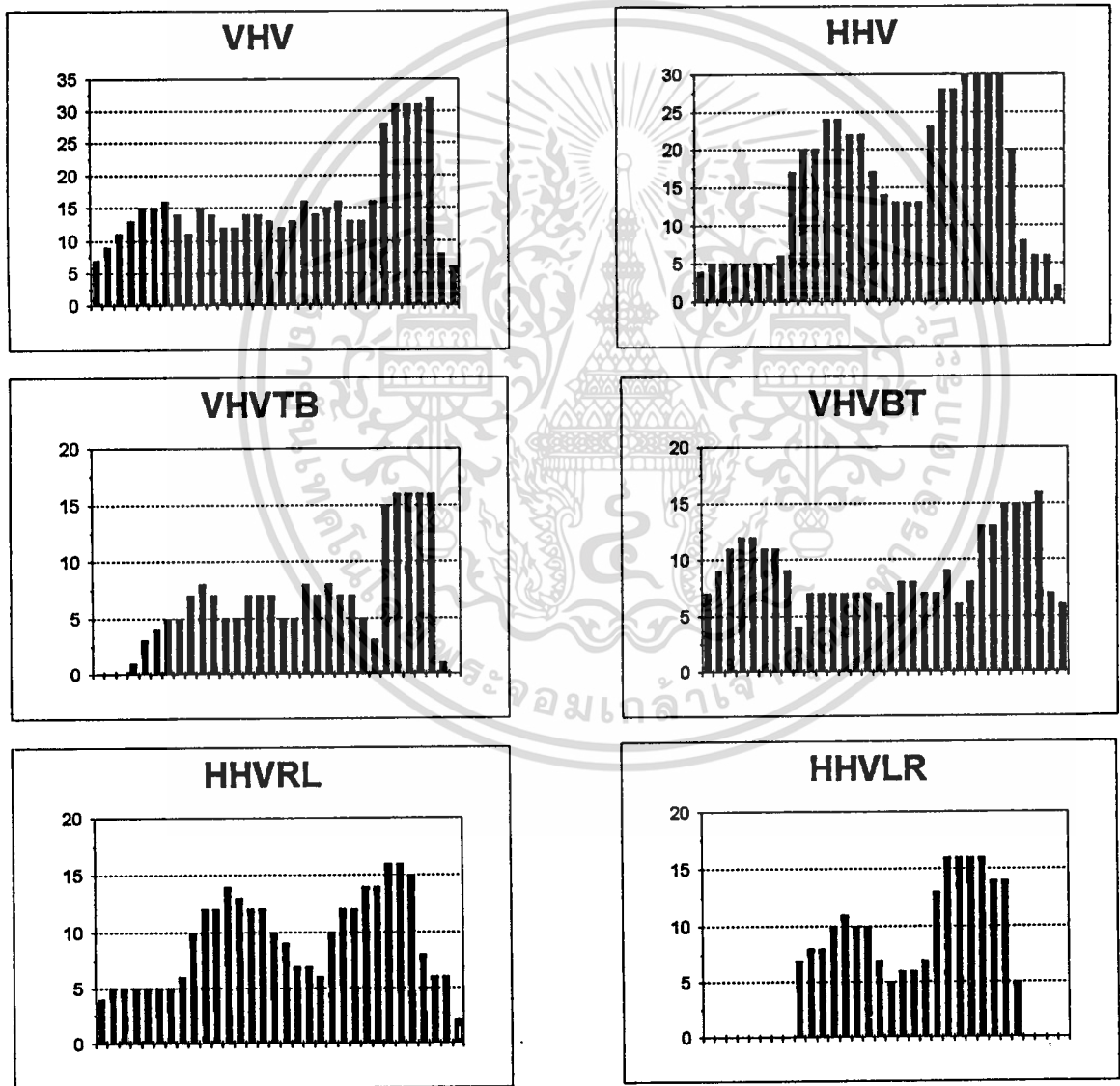


รูปที่ 4.4 แสดงฮิสโตแกรมทั้งหกแบบของอักษร ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

๔

รูปที่ 4.5 แสดงสระ อี



รูปที่ 4.6 แสดงฮิสโตแกรมทั้งหกแบบของสระ อี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากการศึกษาคุณสมบัติจำนวนจุดในพื้นที่ที่กำหนด หรือฮิสโตแกรมของ อักษรตัวเดียวกัน(แต่ใช้ต้นแบบหลายตัว) พบว่าน่าจะใช้เป็นคุณสมบัติเพื่อรู้จำตัวอักษรได้ อย่างไรก็ตามคุณสมบัติเหล่านี้มีความแปรผันเป็นอย่างมากดังในตาราง 4.1 ถ้าจะนำสิ่งเหล่านี้มาใช้กับระบบการรู้จำที่จะค้นหารูปแบบมาเทียบกับอินพุทหรือเพื่อจะสร้างต้นแบบเพิ่มเติม ขึ้นมาจากความหลากหลายของข้อมูลก็น่าจะทำได้ (ดูงานวิจัยเพื่อจะสร้างระบบที่จะเพิ่มคุณสมบัติต้นแบบและการเทียบหาต้นแบบจากพจนานุกรมที่เก็บไว้โดย วัชระ ฉัตรวิริยะ,ชม กัมป ปาน "การสร้างพจนานุกรมโดยอัตโนมัติสำหรับให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์สามารถรู้จำตัว อักษร",การประชุมใหญ่ทางวิชาการหัวข้อเทคโนโลยีใหม่ในงานวิศวกรรม,วิศวกรรมสถานแห่ง ประเทศไทย 2532) แต่ถ้ามีจำนวนของข้อมูลจำนวนมาก วิธีการดังกล่าวจะไม่ค่อยมีประสิทธิภาพ เนื่องจากจะใช้เวลาในการหาข้อมูลมากเกินไป

ตัว อย่าง ที่	จำนวนจุด บริเวณ Z_1	จำนวนจุด บริเวณ Z_2	จำนวนจุด บริเวณ Z_3	จำนวนจุด บริเวณ Z_4	จำนวนจุด บริเวณ Z_5	จำนวนจุด บริเวณ Z_6
1	49	136	106	63	43	96
2	49	141	106	61	45	92
3	48	140	106	63	45	97
4	45	137	89	59	43	94
5	49	141	106	57	42	92
6	49	136	95	63	42	96
7	51	142	109	62	43	95
8	48	141	103	62	44	91
9	46	139	93	60	41	93
10	45	134	90	59	41	94
11	49	136	95	60	41	96

ตารางที่ 4.1 แสดงคุณสมบัติจำนวนจุดในบริเวณต่างๆของอักษร"ห"จำนวน 11 ตัว

4.2 หลักการตั้งสมมติฐานและทดสอบ

4.2.1 ทฤษฎีของเบย์(Bayes's Theorem)

หลักการตั้งสมมติฐานเป็นการนำหลักการของเบย์เกี่ยวกับการตัดสินใจเลือกกลุ่มของอินพุทของระบบมาประยุกต์ใช้โดยมีนิยามทั่วไปดังนี้ (Yoh-Han Pao,"Adaptive Pattern Recognition and Neural Networks",Addison-Wesley ,1989)

เมื่อ $i, j = 1..n$ และ x เป็นอินพุทที่ไม่ทราบกลุ่ม

$P(c_j) \equiv$ ความน่าจะเป็นแรกเริ่ม(priori probability)ที่อินพุทจะถูกจัดกลุ่ม(class)เป็น c_j โดยไม่สนใจว่าอินพุทจะมีค่าอย่างไร (4.1)

$P(x_k) \equiv$ ความน่าจะเป็นที่อินพุทจะมีค่าเป็น x_k โดยไม่สนใจว่าจะมีการจัดกลุ่มอย่างไร (4.2)

$P(x_k|c_j) \equiv$ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขคือเมื่ออินพุทมีรูปแบบ x_k แล้วจะจัดเป็นกลุ่ม c_j (เรียกว่า class conditional probability) (4.3)

$P(c_j|x_k) \equiv$ ความน่าจะเป็นแบบมีเงื่อนไขคือเมื่ออินพุทถูกจัดอยู่ในกลุ่ม c_j แล้วจะมีรูปแบบเป็น x_k (เรียกว่า posteriori probability) (4.4)

$P(c_j, x_k) \equiv$ ความน่าจะเป็นที่อินพุทมีค่าเป็น x_k และถูกจัดอยู่ในกลุ่ม c_j (เรียกว่า joint probability) (4.5)

ถ้ากำหนดให้รูปแบบของ x_k และ c_i เป็นปริมาณแบบไม่ต่อเนื่อง(discrete quantities) และกำหนดเงื่อนไขเพื่อการ normalization มีดังนี้

$$\sum_i P(c_i) = 1 \quad (4.6)$$

$$\sum_i P(x_k) = 1 \quad (4.7)$$

จะสามารถหาความสัมพันธ์ของเบย์(Bayes'relation)ได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P(c_j|x_k) = P(x_k|c_j) * P(c_j) / P(x_k) \quad (4.6)$$

ตามสมการนี้ posteriori probability สามารถคำนวณหาได้ ถ้าไม่ทราบค่าทางสถิติตัวนี้มาก่อน แต่รู้ค่าความน่าจะเป็นแบบ class conditional probability และ priori probability

ในการประยุกต์ใช้หลักการของเบย์กับการรู้จำ ถ้าให้อินพุท x_k ที่ไม่รู้กลุ่มมา เราจะทำการหาค่าของ $P(c_j|x_k)$ ของทุกทุกกลุ่ม c_j $i=1,..,l$ แล้วหาค่าของ $P(c_j|x_k)$ ของกลุ่มใดมีค่ามากที่สุด ก็จะตัดสินใจว่าอินพุทหน้าจะถูกจัดอยู่ในกลุ่มนั้น ซึ่งสามารถนิยามกฎการตัดสินใจของเบย์(Bayes's Decision Rule) ได้ดังนี้

จะตัดสินใจให้อินพุทที่มีค่า x_k อยู่ในกลุ่ม $c=c_j$ ถ้าและเพียงถ้า(if and only if)

$$g_j(x_k) > g_i(x_k) \quad (4.7)$$

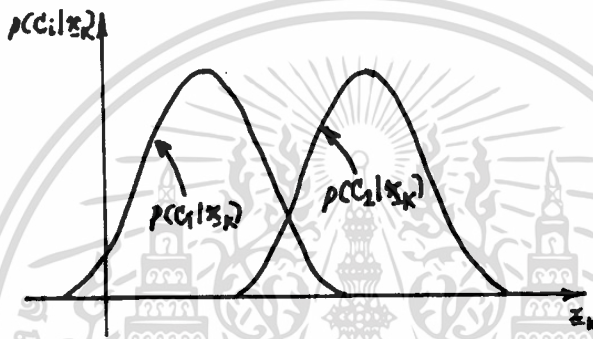
เมื่อ $i = 1,2,..,l$ และ $i \neq j$ เมื่อ $g_j(x_k)$ เป็นฟังก์ชันการตัดสินใจว่าเป็นกลุ่ม i

เมื่อนำหลักการตัดสินใจของเบย์มาประยุกต์ใช้กับการรู้จำตัวอักษร การตัดสินใจว่าอินพุทควรถูกจัดว่าเป็นอักษรใด ก็คือการตัดสินใจจัดกลุ่มของอินพุทตามสมการ 4.7 นั้นเอง โดยสามารถพิจารณาในรายละเอียดเพิ่มเติมขึ้นดังนี้

คุณสมบัติ(property)ของตัวอักษรอาจมีหลายอย่างคือ q_1, q_2, \dots, q_L และอักษรอาจมีหลายตัวคือ c_1, c_2, \dots, c_l ถ้าเป็นอักษรไทย อักษร c_1 อาจหมายถึง ก.ไก่ c_2 อาจหมายถึง ข.ไข่ เป็นต้น ถ้าเป็นอักษรอังกฤษ อักษร c_1 อาจหมายถึง a ส่วน c_2 อาจหมายถึง b เป็นต้น ตัวอักษรแต่ละตัว อาจมีต้นแบบจำนวนหนึ่ง เช่น สำหรับอักษร c_1 อาจมีต้นแบบ $c_{11}, c_{12}, \dots, c_{1m}$ ส่วน c_{11} อาจหมายถึงต้นแบบตัวที่หนึ่งของอักษร ก.ไก่ c_{12} หมายถึงต้นแบบตัวที่สองของอักษร ก.ไก่ ซึ่งต้นแบบที่เป็นธรรมชาตินั้นจะมีความแตกต่างกันเล็กน้อยไม่เหมือนกันทั้งหมด เช่น อาจมีความหนาบางเพี้ยนไปเล็กน้อย เมื่อวัดคุณสมบัติ q_j ของอักษร c_j โดยแต่ละอักษรมีตัวอย่างจำนวน m ตัวคือ $c_{j1}, c_{j2}, \dots, c_{jm}$ ได้เป็นข้อมูลจำนวน $j*m$ ตัวคือ $q_j(c_{j1}), q_j(c_{j2}), \dots, q_j(c_{jm})$ ถ้าค่าคุณสมบัตินี้เป็นคุณสมบัติในอุดมคติแล้วค่าของ $q_j(c_{j1}), q_j(c_{j2}), \dots, q_j(c_{jm})$ ควรมีค่าเหมือนกันหรือเท่ากันทั้งหมด นอกจากนี้ค่าคุณสมบัติ q_j ของแต่ละอักษร c_j ควรมีค่าต่างกันและห่างกันพอสมควร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อนำต้นแบบอักษรตัวหนึ่งเช่น c_1 จำนวน k ตัวอย่างมาหาคุณสมบัติแบบหนึ่ง เช่น q_1 ได้เป็น $q_1(c_{11}), q_1(c_{12}), \dots, q_1(c_{1k})$ เมื่อนำค่าของ q_1 มาวาดกราฟแจกแจงความถี่ ถ้าสมมติว่าการแจกแจงความถี่ของคุณสมบัติอักษรเป็นแบบปรกติ(normal) เมื่อนำการแจกแจงความถี่ของคุณสมบัติ q_1 ของอักษรสองตัวมาพิจารณาเปรียบเทียบกัน จะมีลักษณะดังในรูป 4.7



รูปที่ 4.7 แสดงการแจกแจงความถี่ของคุณสมบัติของอักษร 2 กลุ่ม

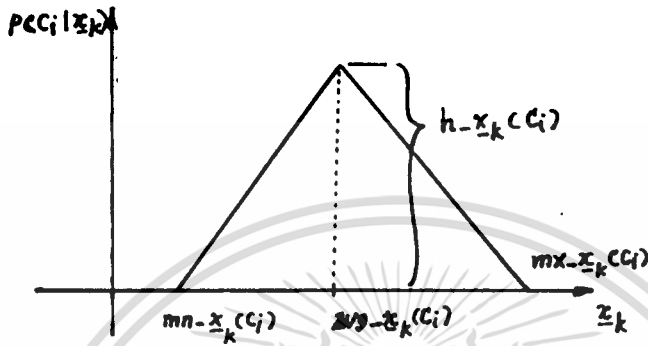
และเมื่อนำทฤษฎีของเบย์มาพิจารณาประกอบเพื่อสร้างเป็นฟังก์ชันการตัดสินใจแยกกลุ่มจำนวน 2 กลุ่มโดยนำความน่าจะเป็นเริ่มแรกมาคิดด้วย) จะตัดสินใจว่าอินพุตควรจะถูกกลุ่มที่ 1 ถ้า

$$P(x_1|c_1) * P(c_1) > P(x_1|c_2) * P(c_2) \quad (4.8)$$

วิธีการแยกกลุ่มหรือการเลือกกลุ่มข้อมูลเช่นนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า maximum likelihood classification

การสร้างกราฟการแจกแจงความถี่ของคุณสมบัติที่ใช้พิจารณาตามวิธีทางสถิติตามปรกติจะได้มาจากการหาข้อมูลจากตัวอย่างจำนวนมาก อย่างไรก็ตามอาจพิจารณาได้ว่ากราฟที่สร้างขึ้นจริงนี้อาจมีลักษณะที่ได้ไม่เหมาะกับการคำนวณหรือสร้างเป็นสูตรทาง

คณิตศาสตร์ วิทยาลัยนพนธ์ฉบับนี้จึงเสนอให้ประมาณความน่าจะเป็นโดยใช้ฟังก์ชันอย่างง่าย และเหมาะกับการคำนวณคือฟังก์ชันสามเหลี่ยมซึ่งสามารถบรรยายด้วยลักษณะสำคัญ 4 ประการคือ ค่าน้อยสุด ค่ามากที่สุด ค่าเฉลี่ย และความสูงของค่าเฉลี่ย ดังในรูป 4.8



รูปที่ 4.8 แสดงการประมาณการแจกแจงความถี่ค่าคุณสมบัติ x_k ของกลุ่ม c_i โดยการประมาณเป็นรูปสามเหลี่ยม

โดยเมื่อได้ข้อมูลคุณสมบัติ x_k ของอักษรในกลุ่มหนึ่ง c_i มาจำนวน n ตัว ได้แก่ x_{k1}, \dots, x_{kn} แล้วจะคำนวณค่าพารามิเตอร์ต่างๆของรูปสามเหลี่ยมต่อไปนี้

$$\text{ค่าสูงสุด} = mx_{x_1}(c_i)$$

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = avg_{x_1}(c_i)$$

$$\text{ค่าต่ำสุด} = min_{x_1}(c_i)$$

ค่าความสูงของสามเหลี่ยม = $h_{x_1}(c_i)$ (วัดจากตำแหน่งที่เป็นค่าเฉลี่ย)

ได้จากสมการต่อไปนี้

$$mx_{x_k}(c_i) = \text{Maximum}(x_k) \quad (4.9)$$

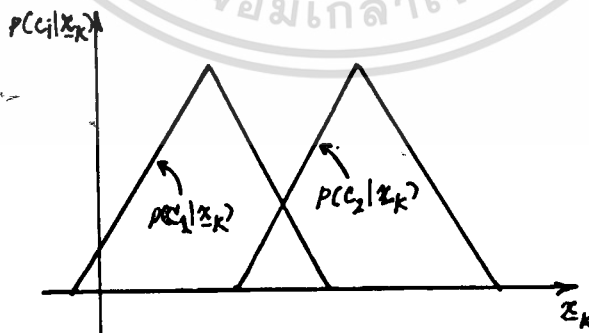
$$avg_{x_k}(c_i) = \sum_n x_k / n \quad (4.10)$$

$$min_{x_k}(c_i) = \text{Minimum}(x_k) \quad (4.11)$$

การคำนวณหาค่าต่ำสุด ค่าเฉลี่ย ค่าสูงสุดของคุณสมบัติ x_k เป็นการคำนวณตามหลักการสถิติทั่วไป ส่วนการคำนวณความสูง $h_{x_k}(c_j)$ นั้นใช้หลักการว่า ถ้าประมาณการแจกแจงความถี่ข้อมูลเป็นแบบสามเหลี่ยมแล้ว ค่าของคุณสมบัติที่เป็นค่าเฉลี่ยจะเป็นค่าที่มีความถี่สูงสุดหรือมีความน่าจะเป็นที่จะจัดกลุ่มของอินพุตที่ความคุณสมบัติ x_k อยู่ในกลุ่ม c_j สูงกว่าอินพุตที่มีค่าอื่นๆ ซึ่งแสดงให้เห็นในรูปของความสูงของสามเหลี่ยมนั้น จากสมการจะเห็นว่าถ้าหากการกระจายตัวของคุณสมบัติมีมากค่าของ $mx_{x_k}(c_j) - mn_{x_k}(c_j)$ ซึ่งเป็นความกว้างของฐานสามเหลี่ยมย่อมจะมากขึ้นทำให้ความเชื่อมั่น $h_{x_k}(c_j)$ น้อยลงไปด้วย แต่ถ้าการกระจายของข้อมูลมีน้อยหรือกระจุกกันหนาแน่นในช่วงแคบ ๆ แสดงว่าคุณสมบัตินั้นน่าจะมีเชื่อมั่นได้มากกว่าค่าของ $h_{x_k}(c_j)$ ก็จะมีค่ามากตามไปด้วย

และนำหลักการตัดสินใจของเบย์มาใช้ในการประมาณค่าดังกล่าว เมื่อมีกลุ่มอยู่ 2 กลุ่มจะตัดสินใจว่าอินพุตน่าจะถูกจัดกลุ่มจะตัดสินใจว่าอินพุตควรจะถูกจัดกลุ่มที่ 1 (กำหนดให้ค่าความน่าจะเป็นเริ่มต้นของกลุ่มทั้งสองมีค่าเท่ากัน) เมื่อ

$$h_{x_k}(c_1) > h_{x_k}(c_2) \quad (4.12)$$



รูปที่ 4.9 แสดงการประมาณการแจกแจงความถี่ค่าคุณสมบัติ x_k ของกลุ่ม c_1 และ c_2 โดยการประมาณเป็นรูปสามเหลี่ยม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ถ้ามีจำนวนของข้อมูลตัวอย่างมากพอจะสามารถสร้างสามเหลี่ยมตัวแทนของการกระจายของคุณสมบัติของกลุ่มได้ แต่เนื่องจากเป็นการยากที่จะหาข้อยุติว่าจะต้องใช้ตัวอย่างจำนวนเท่าใดจึงจะเป็นที่น่าพอใจ ในวิทยานิพนธ์นี้ถือว่าข้อมูลตัวอย่างที่มีเป็นเพียงส่วนหนึ่งของรูปแบบที่เป็นไปได้ จึงจะขยายขอบเขตของ x_k ออกไปทั้งซ้ายและขวา โดยใช้อัตราส่วน E (expand factor = 1.3) และคำนวณค่าของความสูงของสามเหลี่ยมใหม่ให้มีพื้นที่รวมเท่ากับ 1.0 ดังนั้นค่าขององค์ประกอบของสามเหลี่ยมใหม่จะประกอบไปด้วย

$$\text{ค่าสูงสุด} = \text{mxe}_{x_1}(c_i)$$

$$\text{ค่าเฉลี่ย} = \text{avg}_{x_1}(c_i) \text{ ใช้ค่าเดิม}$$

$$\text{ค่าต่ำสุด} = \text{mine}_{x_1}(c_i)$$

$$\text{ค่าความสูงของสามเหลี่ยม} = \text{he}_{x_1}(c_i) \text{ (วัดจากตำแหน่งที่เป็นค่าเฉลี่ย)}$$

ได้จากสมการต่อไปนี้

$$\text{mxe}_{x_k}(c_i) = \text{Maximum}(x_k) * E \quad (4.9)$$

$$\text{mine}_{x_k}(c_i) = \text{Minimum}(x_k) * E \quad (4.11)$$

$$\text{he}_{x_1}(c_i) = 2 * (\text{mxe}_{x_k}(c_i) - \text{mine}_{x_k}(c_i)) \quad (4.12)$$

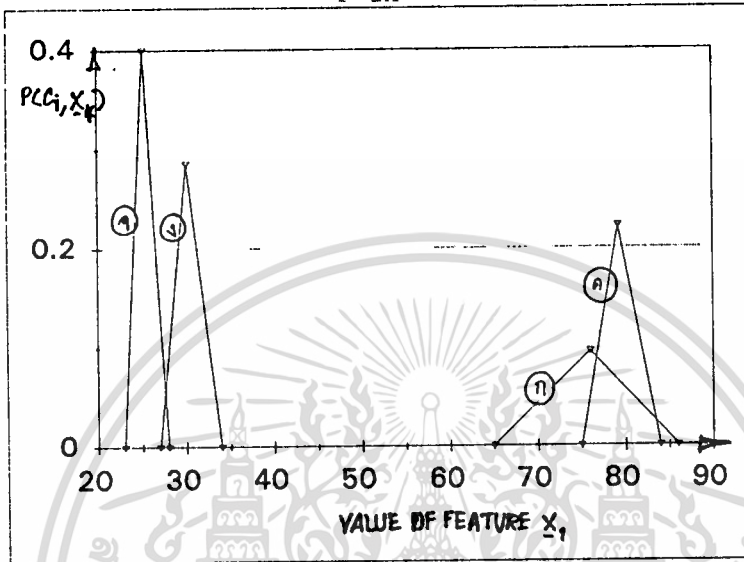
ดังนั้นเมื่อมีอินพุตตัวหนึ่งซึ่งไม่ทราบกลุ่มมีคุณสมบัติ x_k และมีสมมุติฐาน (Hypotheses) ว่าอินพุตนี้มีค่าคุณสมบัติน่าจะจัดเข้ากลุ่มกลุ่มหนึ่ง การทดสอบเพื่อหาความเชื่อมั่น (Evaluate) สมมุติฐานทำโดยการนำค่าของคุณสมบัตินั้นไปพล็อตบนกราฟของการแจกแจงความถี่ ซึ่งจะสามารถหาจุดตัดในแกนตั้งของกราฟว่าน่าจะมีค่าความเชื่อถือเท่าไร หรืออาจใช้การคำนวณดังต่อไปนี้

กรณี อินพุตมีค่าอยู่ระหว่างค่าเฉลี่ยกับค่าต่ำสุด

$$\text{Hg}(c_i, x_k) = (\text{he}_{x_1}(c_i) * (x_k - \text{mine}_{x_1}(c_i)) / (\text{avg}_{x_1}(c_i) - \text{mine}_{x_1}(c_i))) \quad (4.13)$$

กรณี อินพุตมีค่าอยู่ระหว่างค่าสูงสุดกับค่าเฉลี่ย

$$Hg(c_i, x_k) = (h_{e_x_1}(c_i)) (m_{xe_x_1}(c_i) - x_k) / (avg_x_1(c_i) - m_{xe_x_1}(c_i)) \quad (4.14)$$



รูปที่ 4.9 แสดงการแจกแจงความเชื่อมั่นของการจัดตัวอักษร ก ค ง จ โดยการใช้คุณสมบัติ x_1

แต่เนื่องจากคุณสมบัติของตัวอย่างมีหลายแบบ จึงต้องคำนวณเพื่อทดสอบสมมุติฐานกับทุกแบบที่มี แล้วนำค่าของ $P(c_i, x_k)$ สำหรับทุกค่าของ i, k แต่ละกลุ่มมารวมกัน แล้วหว่ากลุ่มไหนมีค่าความน่าเชื่อถือมากที่สุด ก็จะตัดสินใจจะจัดให้อินพุตอยู่ในกลุ่มนั้น วิธีการระบุกลุ่มของตัวอักษรเช่นนี้ นอกจากจะสามารถระบุอักษรด้วยค่าความเชื่อมั่น แทนที่จะเป็นการระบุกลุ่มอย่างเดียว แล้วยังมีความเร็วในการแยกแยะสูงมากด้วย เนื่องจากสามารถตัดแปลงการคำนวณให้เป็นการเปิดตารางได้

4.3 การตรวจสอบความเหมือนโดยใช้ฟังก์ชันฮิสโตแกรม

การหาฮิสโตแกรมบางพื้นที่เป็นฟังก์ชันหลักในการหาคุณสมบัติจำนวนจุดของอักษร ตามที่ได้อธิบายในหัวข้อ 4.1 แล้ว อย่างไรก็ตามในการตัดตัวอักษรไทยที่ละตัวออกจากภาพยังคงมีความจำเป็นที่จะต้องทำการสแกนจุดทั้งตัวอักษรอยู่ดี หรือต้องมีการหาฮิสโต

แกรมของทั้งภาพอักษรอยู่ ดังนั้นจึงน่าจะนำฟังก์ชันฮิสโตแกรมบางพื้นที่ที่ตั้งที่ได้อธิบายในหัวข้อ 4.1 มาใช้งานเพื่อเป็นการยืนยันความถูกต้องของการรู้จำได้อีกด้วย

โดยในกระบวนการรู้จำอาจจะพิจารณาร่วมกลุ่มของอักษรที่เป็นไปได้ของอินพุทที่มีความเชื่อมั่นเรียงลำดับลงมาจำนวนหนึ่ง เช่น 5 ตัว แทนที่จะเลือกเพียงตัวเดียว จากนั้นนำข้อมูลฮิสโตแกรมของอักษรอินพุทไปเปรียบเทียบกับของอักษรต้นแบบทั้ง 5 ตัวนั้น โดยการนำมาลบกันธรรมดา และนำค่าสัมบูรณ์ของผลต่างเหล่านั้นมารวมกัน อักษรต้นแบบใดมีค่าผลความแตกต่างน้อยที่สุดก็จะระบุว่าเป็นอักษรนั้น อย่างไรก็ตามถ้าจำนวนกลุ่มมาก เช่น 50 กลุ่ม การตัดสินใจแบบนี้จะไม่มีประสิทธิภาพ เนื่องจากใช้เวลามากเกินไป



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

การทดลองและผลการทดลอง

5.1 หลักการทั่วไปของการทดลอง

หลักเกณฑ์ในการทดสอบมีผลอย่างมากต่อผลการทดลอง เช่น หลักเกณฑ์คัดเลือกข้อมูลออกมาเป็นกลุ่มทดสอบและกลุ่มสำหรับให้ระบบเรียนรู้ เมื่อนำมาป้อนให้ระบบทำงาน ปรากฏว่าในการทดลองนั้นไม่ได้ผลดีเท่าที่ควร อาจจะนำข้อมูลที่ไม่ได้ผลตามต้องการออกจากกรทดสอบ หรือนำตัวอย่างที่ไม่ดีไปสอนให้ระบบเรียนรู้ใหม่ทำให้ระบบสามารถรู้จำรูปแบบนั้นได้ ซึ่งผู้ทดลองอาจอ้างได้ว่าที่ทำเช่นนั้นนั้นมีหลักการว่าระบบตอนแรกมีจำนวนตัวอย่างที่ไม่ครอบคลุมทุกกรณีหรือใช้จำนวนข้อมูลน้อยไป ดังนั้นจึงมีการแก้ไขฐานข้อมูลของคุณสมบัติอักษรได้เพื่อให้อุณหภูมิของระบบดีขึ้น ทำให้เป็นเรื่องที่หาข้อยุติค่อนข้างลำบากกว่า การพัฒนาระบบทดสอบ-ป้อนข้อมูลใหม่เช่นนี้ควรมีหลักเกณฑ์อย่างไร หรือรวมทั้งเรื่องของความยากง่ายของอินพุตด้วย เช่น มีการป้อนรูปอักษรที่มีความคลุมเคลือเพื่อทดสอบระบบขณะที่ถ้าให้นำอินพุตนั้นมาให้มนุษย์อ่านเองก็ยังคงอาจเกิดความไม่แน่ใจหรืออาจอ่านผิดได้

สำหรับวิทยานิพนธ์นี้รวบรวมข้อมูลรูปภาพอักษร กลุ่มละ 50 ตัวอย่าง โดยจะแยก 40 ตัวออกมาสำหรับใช้วิเคราะห์เพื่อหาคุณสมบัติและนำไปสร้างเป็นฟังก์ชันสำหรับการตัดสินใจแบบตั้งสมมุติฐานและทดสอบดังที่กล่าวมาในบทที่ 5 จากนั้นแยกข้อมูลที่เหลืออีก 10 ตัวไว้ทำการทดสอบ โดยเลือกข้อมูลทั้งสองกลุ่มนี้แบบสุ่ม

5.2 ข้อมูลที่ใช้ในการทดสอบ

เนื่องจากว่ารูปแบบของการพิมพ์และรูปร่างของตัวอักษรไทย ที่ปรากฏในสิ่งพิมพ์ต่างๆมีปัญหาหลายอย่างขึ้นอยู่กับสภาพและวิธีการต่างๆเป็นอันมากเพื่อให้สามารถวิเคราะห์การแยกแยะอักษรไทยได้ จะต้องจำกัดสภาพแวดล้อมเพื่อให้เป็นปัญหาที่แคบลงและสามารถทดลองได้ในทางปฏิบัติ

และเนื่องจากความถูกต้องในการรู้จำเกี่ยวข้องกับกระบวนการตัดตัวอักษร ออกมาทีละตัวจากหน้ากระดาษอย่างมาก ถ้าตัดอักษรออกมาผิด ๆ กระบวนการรู้จำก็จะ ทำงานผิดพลาดไปอย่างแน่นอน ในปัจจุบันยังไม่มีการวิจัยด้านการตัดอักษรไทยที่ได้ สมบูรณ์ ดังนั้นการวัดประสิทธิภาพของวิธีการรู้จำตามหลักเกณฑ์ที่เสนอในวิทยานิพนธ์นี้จึงมี วัตถุประสงค์ให้แน่ใจว่าอินพุทที่ใช้เป็นอินพุทที่มีการตัดตัวอักษรมาอย่างถูกต้อง ผลการทดลองที่ ได้จึงไม่คำนึงถึงกรณีที่มีความผิดพลาดจากกระบวนการตัดอักษร

ในการปฏิบัติจริงมีการเขียนโปรแกรมตัดตัวอักษรโดยการสแกนในทางแนว นอนและแนวตั้ง แล้วตัดอักษรออกมาโดยวิธีวนตามขอบอักษร แล้วตรวจสอบด้วยสายตาถ้า ยังมีความผิดพลาดจะทำการแก้ไขด้วยโปรแกรมตัดแต่งภาพ เพื่อแยกอักษรที่ติดกันหรือเส้น อักษรขาดจากกันอีกครั้งหนึ่ง เพื่อให้ผิดพลาดน้อยที่สุด

5.3 ปัจจัยที่มีผลต่อความถูกต้องของการอ่านตัวอักษรตัวพิมพ์

ปัจจัยที่เกี่ยวข้องกับความถูกต้องของการอ่านอักษรตัวพิมพ์ ในแง่ของการใช้ งานทั่วไปมีดังนี้

5.3.1. ความละเอียดของภาพตัวอักษร ภาพตัวอักษรที่อ่านเข้ามาส่วนใหญ่ใช้ข้อมูล แบบไบแนรีและพิจารณาความละเอียดเป็นจำนวนจุดในแนวนอนคูณจำนวนจุดในแนวตั้ง ถ้า ยังมีจำนวนจุดมากความถูกต้องก็จะเพิ่มขึ้น ดังนั้นรูปตัวอักษรขนาด 100 x 100 สามารถอ่าน ได้ง่ายกว่าขนาด 8 x 8 ปัจจัยตัวนี้ขึ้นอยู่กับสิ่งอื่นๆอีก เช่น ขนาดจริงของตัวอักษร เพราะถ้า ตัวอักษรยังมีขนาดใหญ่ภาพที่อ่านได้ยังมีรายละเอียดมาก หรือความละเอียดของเซน เซอร์อ่านความเข้มแสงยิ่งมากยิ่งมีรายละเอียดมาก เช่นกัน

มีข้อควรสังเกตว่าถ้าข้อมูลอักษรเดิมมีความละเอียดน้อยการขยายรูปภาพให้ ใหญ่ขึ้นจะไม่ได้รายละเอียดที่แท้จริงของภาพเพิ่มขึ้นแต่อย่างไร แต่ถ้าตัวอักษรเดิมมีขนาด ความละเอียดมาก การย่อรูปตัวอักษรลงมาจะลดสัญญาณรบกวนและคุณลักษณะที่สำคัญ ของตัวอักษรก็ยังคงอยู่ด้วย

5.3.2. สื่อการพิมพ์ สื่อในการพิมพ์อักษรยังมือประกอบย่อยหลายอย่าง เช่น หมึกที่ใช้พิมพ์ สีของหมึกพิมพ์ กรรมวิธีในการพิมพ์ สีกระดาษพิมพ์ ความละเอียดของเนื้อกระดาษ เป็นต้น ถ้าเป็นกระดาษอย่างดี สีพื้นเป็นสีขาว ไม่มีรอยขูดลบขีดฆ่า สะอาด ใช้วิธีการพิมพ์แบบออฟเซทหรือเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ก็จะได้ข้อมูลมีคุณภาพดีมาก

5.3.3 สภาพแวดล้อมในการอ่านข้อมูลที่ดี ระหว่างการอ่านข้อมูลด้วยเซนเซอร์หรือเครื่องมือแบบต่างๆ การกำหนดสภาพแวดล้อมที่ดีมีผลอย่างมากต่อคุณภาพข้อมูล เช่น ให้แสงพอหรือไม่ ใช้วิธีการอย่างไรในการแปลงระดับความเข้มของแสงให้เป็นรหัสไบนารี

5.4 เครื่องมือในการทดลอง

กลุ่มข้อมูลต้นแบบเป็นกลุ่มของตัวอักษรภาษาไทยตัวพิมพ์ตั้งแต่ ก - ฮ ได้มาจากเครื่องพิมพ์เลเซอร์ ความละเอียด 300 dpi โปรแกรมที่ใช้พิมพ์ชื่อ Microsoft Word บนเครื่องไอบีเอ็มพีซี ฟรอนที่ใช้ชื่อ DBthai

เครื่องประมวลผลเป็นเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ใช้ซีพียู 80386 ทำงานที่ความถี่ 33 เมกะเฮิร์ตซ์ เครื่องอ่านข้อมูลข้อมูลภาพเป็นเครื่องที่มีความละเอียดในการอ่าน 300 dpi ทั้งในแนวตั้งและแนวนอน โปรแกรมที่ใช้ในการอ่านภาพคือโปรแกรม Photoshop เครื่องอ่านข้อมูลภาพสามารถกำหนดตัวแปรที่มีผลกับการทดลองได้หลายอย่างดังนี้

ก. การแปลงระดับความเข้มหลายระดับ เป็นสองระดับ จากการทดลองเบื้องต้นเลือกใช้แบบ hardly เนื่องจากเป็นแบบที่ให้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด(เครื่องมีระดับให้เลือก 4 ระดับ ระดับที่เลือกเป็นระดับที่ 3)

ข. ระดับความเข้มของแสงที่ใช้ในการอ่าน เลือกแบบ Normal เนื่องจากข้อมูลมีพื้นเป็นสีขาวและตัวอักษรเป็นดำ

ค. ความละเอียดในการอ่านข้อมูล ใช้ความละเอียดทางกายภาพสูงสุดคือ 300 จุดต่อนิ้วทั้งแนวนอน และแนวตั้ง

5.5 ขั้นตอนการทดลอง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- 5.5.1. พิมพ์ตัวอักษร 10,18,24 พอยท์ ลงบนกระดาษ และพิมพ์ข้อความทดสอบแบบหลายบรรทัด ขนาด 10,18,24 พอยท์ จำนวน 10 ชุด
- 5.5.2. อ่านข้อมูล นำข้อมูลกระดาษแต่ละแผ่นมาอ่านด้วยเครื่องอ่านภาพ แผ่นละ 10 ครั้ง
- 5.5.3. แยกข้อมูลเพื่อเป็นต้นแบบและทดสอบ ด้วยอัตราส่วน 4 ต่อ 1
- 5.5.4. นำข้อมูลต้นแบบไปวิเคราะห์หน้าและสร้างคลังข้อมูล
- 5.5.5. นำข้อมูลทดสอบไปทดสอบ และวัดความถูกต้อง

หมายเหตุ กระดาษแต่ละแผ่น เป็นกระดาษสำหรับเครื่องถ่ายเอกสารขนาด 60 แกรม

5.6 ผลการทดลอง

การตัดสินใจเลือกกลุ่มของตัวอักษรให้กับอินพุทใช้วิธีการดังที่ได้อธิบายมาแล้วในหัวข้อ 4.3 ในการทดลองนี้ได้กำหนดเกณฑ์เพิ่มเติมกรณีที่จะตัดสินใจว่าจะจัดอินพุทนั้นไว้ในกลุ่มของตัวอักษรหรือไม่ เนื่องจากมีความเป็นไปได้ที่อินพุทที่ได้รับอาจไม่ได้เป็นตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทย โดยพิจารณาให้ผลรวมของความน่าเชื่อถือของการจัดกลุ่มให้อินพุทต้องมีค่าสูงสุดไม่ต่ำกว่าค่าคงที่ตัวหนึ่ง ถ้าต่ำกว่าค่าคงที่นี้จะถือว่าไม่สามารถจัดกลุ่มได้ ในการทดลองกำหนดค่าคงที่นี้เท่ากับ 3.0

คุณสมบัติ	ลำดับที่	x1			x2			x3			x4			x5			x6		
		ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
อักษร ก.	1	65	76	86	143	147.89	152	102	105.44	111	65	69.67	78	25	26.89	30	63	68	74
อักษร ข.	2	49	53.44	57	131	150.56	156	102	111.22	118	96	99.56	103	147	152.78	163	67	71.33	76
อักษร ค.	3	75	79.22	84	129	140.22	148	93	103	109	62	65.56	69	73	77.22	79	135	140.50	146
อักษร ง.	4	68	74	79	106	109.22	114	89	92.44	98	80	81.67	83	131	137.78	146	93	96.33	100
อักษร จ.	5	27	30.11	34	163	171.22	175	71	74.56	79	66	68.67	92	85	93.78	100	83	89	96
อักษร ฉ.	6	23	25.22	28	154	159.67	169	94	103.11	110	33	36.22	40	70	74.78	79	117	121.56	129
อักษร ช.	7	50	54.22	57	91	92.56	95	73	77.56	82	79	83.33	85	49	51.44	54	80	82.78	88
อักษร ซ.	8	49	52.78	56	112	117	135	78	88	93	88	92.33	102	119	128.89	154	69	74.44	77

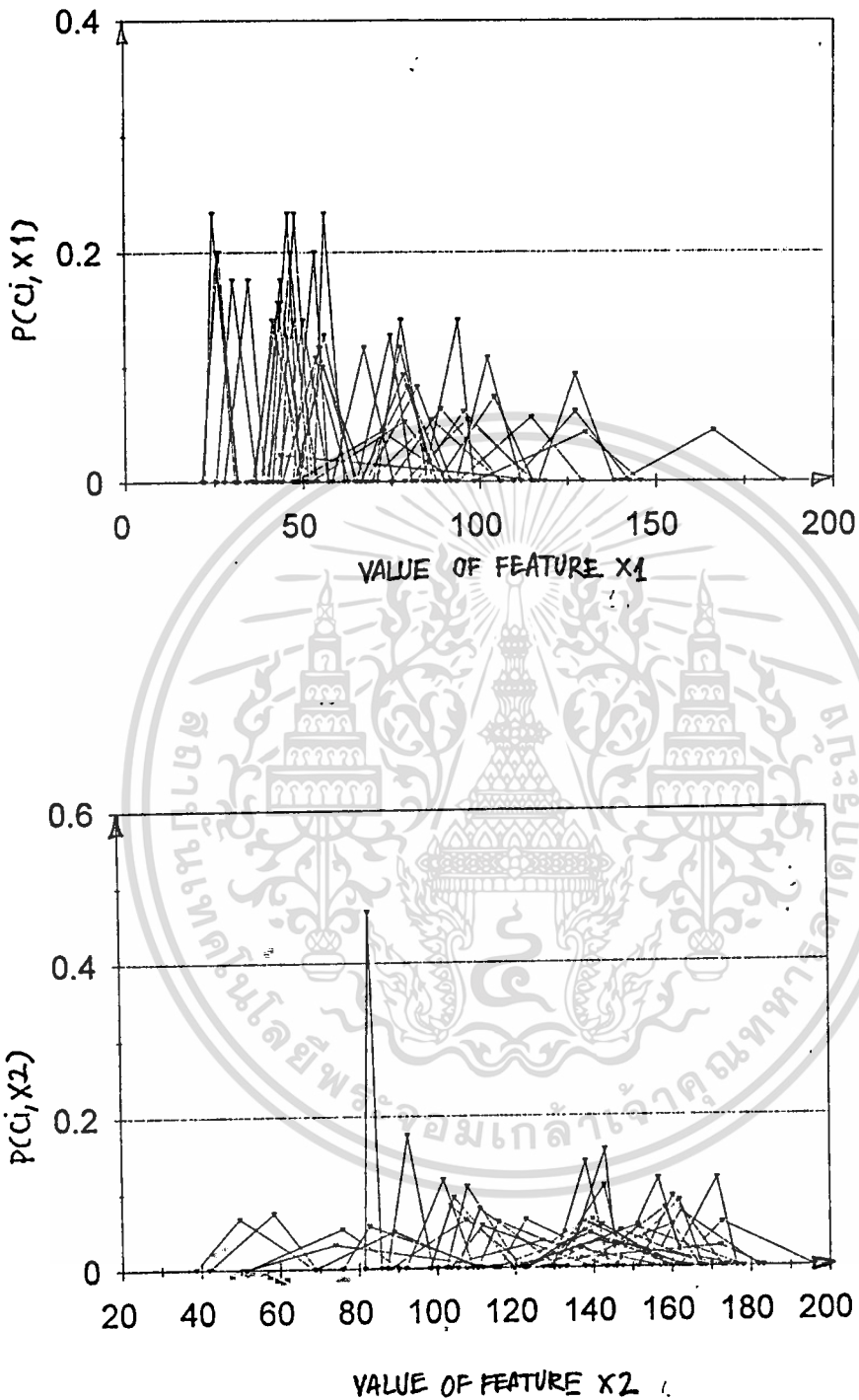
ตารางที่ 5. แสดงค่าของการประมาณค่าฟังก์ชันสามเหลี่ยมของอักษรแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

คุณสมบัติ	ลำดับที่	x1			x2			x3			x4			x5			x6		
		ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด	ค่าต่ำสุด	ค่าเฉลี่ย	ค่าสูงสุด
อักษร ข.	9	61	66.78	73	94	106.33	113	67	70.78	75	77	80.89	85	126	136.33	147	95	99.44	105
อักษร ค.	10	84	91.89	110	107	110.33	125	87	96.44	104	113	120.44	126	106	109.44	113	73	75.44	78
อักษร ง.	11	86	92.44	109	100	100.33	101	87	91.78	95	123	125.89	130	82	83.78	87	74	76.56	79
อักษร จ.	12	38	42.78	47	132	136.44	142	87	91	94	121	125.22	129	70	72.22	75	78	80.78	83
อักษร ฉ.	13	38	42	48	132	135.11	144	91	93.11	96	130	135.67	140	76	79	82	77	79.56	82
อักษร ช.	14	50	55.78	62	47	58.33	66	110	116.44	121	46	50	52	102	107.22	109	103	107	114
อักษร ซ.	15	73	77.33	83	100	102.56	104	103	111.67	119	48	49.78	51	129	139.89	144	104	107.56	114
อักษร ฅ.	16	91	94.78	97	104	107.44	113	87	90.56	93	100	101.89	104	106	109.67	112	110	114.11	118
อักษร ฌ.	17	95	102.56	111	95	101.33	107	76	83.89	91	100	103.22	106	104	114.56	119	67	71.89	79
อักษร ฎ.	18	72	81.11	87	122	137.67	147	94	97.56	100	66	71.11	74	93	98.33	105	121	125	129
อักษร ฏ.	19	70	78.78	87	126	135.11	148	95	99.33	108	69	72.22	77	91	98.44	104	117	122.33	128
อักษร ฐ.	20	70	78.78	87	126	135.11	148	95	99.33	108	69	72.22	77	91	98.44	104	117	122.33	128
อักษร ถ.	21	46	49.67	53	125	128	131	93	99.22	104	56	60.22	62	58	62.22	65	77	83.11	87
อักษร ท.	22	37	38.56	39	60	74.22	103	106	112.44	119	103	107.22	114	65	70.56	83	60	67.67	77
อักษร ธ.	23	43	45.67	48	78	84.11	103	61	65.33	68	82	86.33	89	29	29.78	31	54	59	65
อักษร ด.	24	54	56.22	60	127	137.56	156	74	77.56	81	108	121.11	129	24	25.89	28	55	59.22	67
อักษร น.	25	40	43.56	48	134	146.89	160	25	30.33	36	100	109.22	115	21	23.67	26	75	80.67	91
อักษร บ.	26	151	167.22	177	157	159.89	164	88	90.78	97	76	82	88	45	49.56	53	97	104.11	107
อักษร ป.	27	116	125.44	135	165	170.89	187	33	35.11	37	93	97.78	103	36	37.78	40	90	94.67	98
อักษร ผ.	28	42	45.22	48	133	142	146	78	85.33	91	60	62.22	64	60	62.44	64	97	102.78	109
อักษร ฝ.	29	30	34.11	36	136	142.22	145	25	28.33	30	65	67.44	71	45	46.33	48	116	119.44	122
อักษร พ.	30	45	46.56	48	118	121.67	126	87	91.78	97	78	81.22	84	38	40.33	42	53	57.78	62
อักษร ฟ.	31	96	101.67	109	144	157.11	161	75	82.89	89	99	100.89	104	26	32.78	43	74	77.67	83
อักษร ภ.	32	108	127.67	138	127	168.78	180	96	102.78	109	140	144.44	148	71	78.22	90	91	99.11	104
อักษร จ.	33	23	26.56	30	42	49.67	63	114	118.56	122	60	63.67	68	101	103.33	106	30	34.11	36
อักษร ด.	34	81	90.33	96	140	159.11	163	99	105.33	116	101	103	108	87	92.22	108	110	112.11	118
อักษร น.	35	23	24.11	27	149	156.11	161	105	109.11	114	65	67.78	71	40	42.33	45	37	39.67	42
อักษร บ.	36	70	77.44	83	113	129.11	148	103	107.78	113	60	61.56	65	72	74.67	77	122	127.33	133
อักษร ป.	37	53	56.44	62	61	71.67	83	63	66.44	71	94	99.56	100	72	76.33	81	115	116.67	119
อักษร ฝ.	38	74	83.44	92	128	140.56	153	96	104.67	112	95	99.56	102	85	87.33	89	101	106.56	111
อักษร ฅ.	39	46	47.33	50	132	137.44	140	97	102	106	55	60.56	62	41	43.44	45	85	94	98
อักษร ฌ.	40	40	43.33	46	82	83.22	85	63	66.89	70	51	54.56	56	52	53.78	56	88	94.67	98
อักษร ฎ.	41	104	113.89	125	150	159.56	165	103	107.67	111	122	124.56	127	76	81	86	107	110.67	116
อักษร ฏ.	42	120	125.11	131	76	87.67	100	118	124.56	130	108	112.22	123	78	81.56	84	87	92.22	97

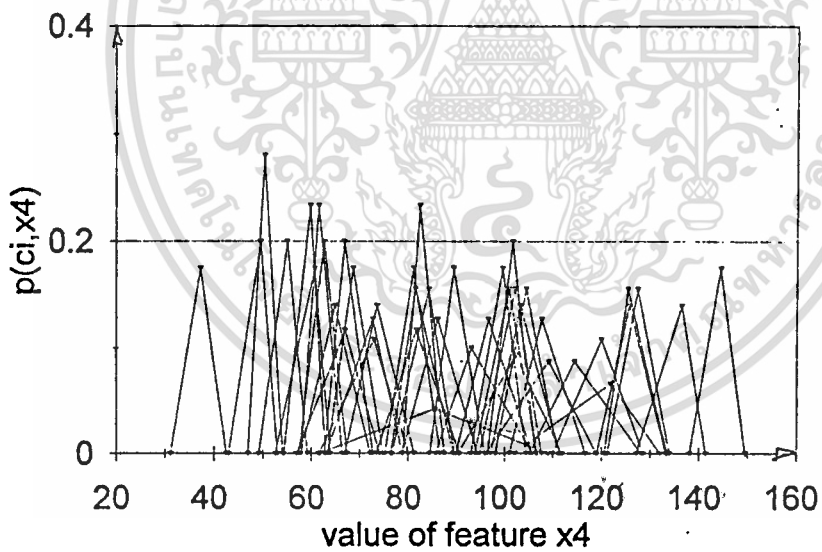
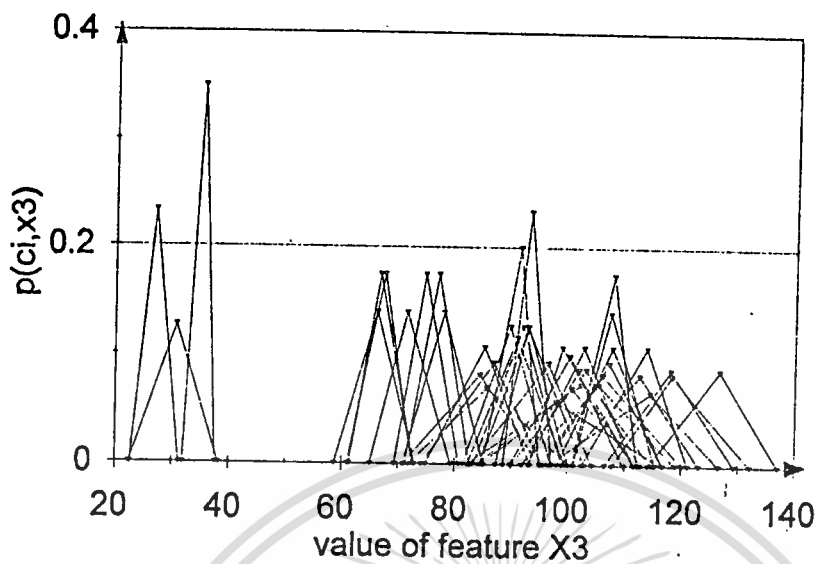
ตารางที่ 5. แสดงค่าของการประมาณค่าฟังก์ชันสามเหลี่ยมของอักษรแต่ละตัว (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



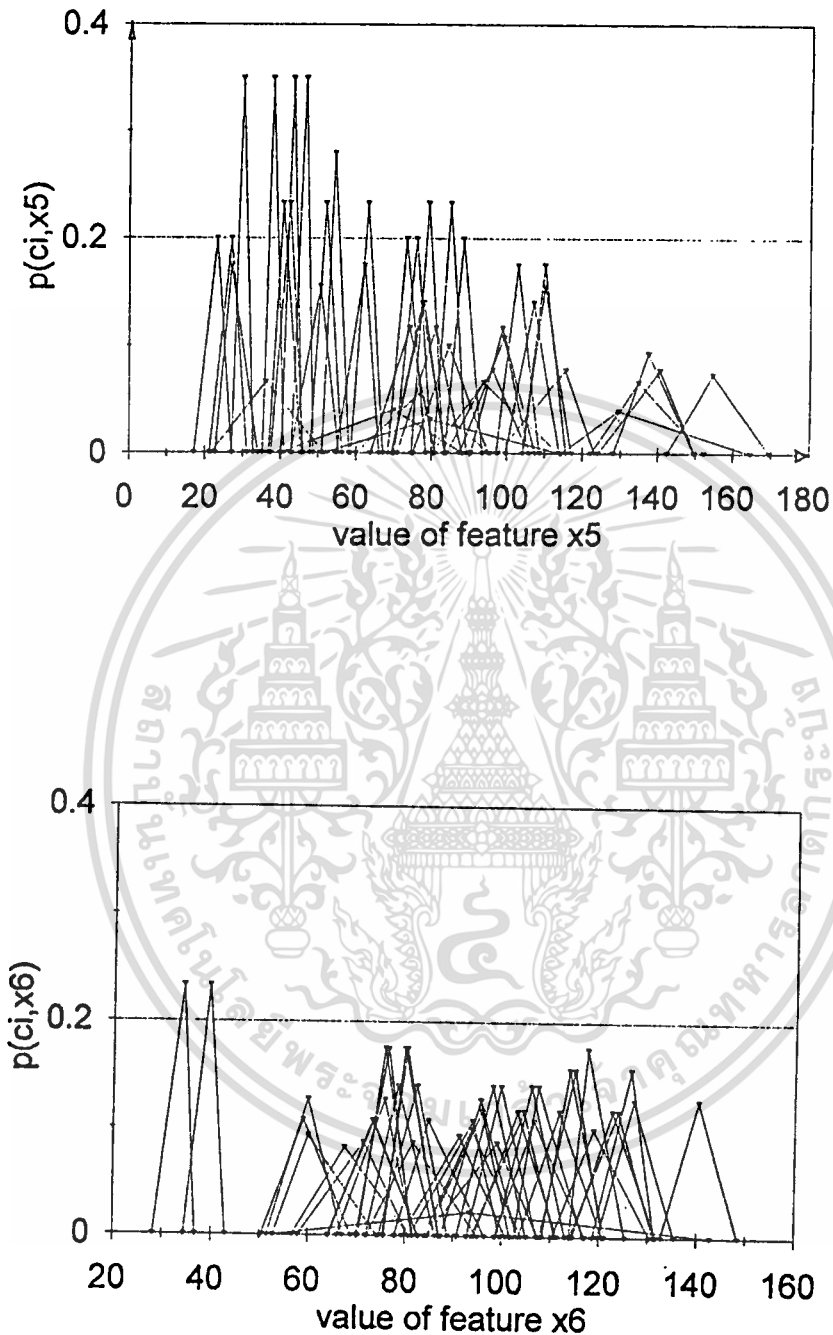
รูปที่ 5. แสดงกราฟการแจกแจงความถี่ของความน่าจะเป็นในการจัดกลุ่มอินพุตจากกลุ่มที่เป็นไปได้สำหรับคุณสมบัติ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5. แสดงกราฟการแจกแจงความถี่ของความน่าจะเป็นในการจัดกลุ่มอินพุตจากกลุ่มที่เป็นไปได้สำหรับคุณสมบัติ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 5. แสดงกราฟการแจกแจงความถี่ของความน่าจะเป็นในการจัดกลุ่มอินพุตจากกลุ่มที่เป็นไปได้สำหรับคุณสมบัตินี้ $x_1, x_2, x_3, x_4, x_5, x_6$ (ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข ค ฅ ง จ ฉ ช ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ท ฒ ณ ด ต ถ ท
ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร ล ว ศ ษ ส ห พ อ ฮ อ ฤ ฎ

ก ข ค ฅ ง จ ฉ ช ฌ ญ ฎ ฏ ฐ ท ฒ ณ ด ต ถ ท
ธ น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร ล ว ศ ษ ส ห พ อ ฮ อ ฤ ฎ

รูปที่ 5. แสดงตัวอย่างต้นแบบตัวอักษรต่างๆที่ใช้ในการทดสอบการรู้จำ (สแกนจากต้นฉบับหลายครั้ง)

ระบุอักษรถูกต้อง	87 เปอร์เซ็นต์
ระบุอักษรผิดเป็นตัวอื่น	11 เปอร์เซ็นต์
ระบุว่าไม่ใช่อักษรที่รู้จัก	2 เปอร์เซ็นต์

ตารางที่ 5. ผลลัพธ์การทดสอบ

บทที่ 6

สรุปผลและวิจารณ์

ในการทดลองนี้วิธีและการป้อนกระดาศจะต้องใช้ความระมัดระวังให้การป้อนกระดาศตรงไม่เอียง เพราะเมื่อตัวอักษรเอียงมากเกินไป เพราะค่าของคุณสมบัติต่างๆ ที่ใช้ในวิทยานิพนธ์จะผิดเพี้ยนไปหมด อย่างไรก็ตามถ้าหากมีการแสดงภาพในมุมมองต่างๆ จำนวนมากพอ จะนำสามารถสร้างแบบจำลองของตัวอักษรที่เสกนเข้าไปแบบเอียงได้ ไม่ว่าจะเอียงไปเท่าใดก็ตาม นอกจากนี้แบบจำลองนี้จะสามารถหาค่าของความเอียงในการป้อนกระดาศได้ด้วย ขณะที่วิทยานิพนธ์นี้กำหนดให้มีการเสกนแค่ 2 แกนตั้งฉากกันเท่านั้น

จากผลการทดลองที่ผ่านมาเห็นได้ว่าคุณสมบัติและหลักการตั้งสมมุติฐานและทดสอบ และสามารถใช้ได้กับการรู้จำตัวอักษรแบบตัวพิมพ์และน่าจะเป็นประโยชน์ต่อการวิจัยทางสาขาการรู้จำสำหรับรูปแบบอื่นๆ เป็นอย่างดี

สิ่งที่จะต้องมีการพัฒนาเป็นอย่างมากในการรู้จำอักษรไทย คือ อัลกอริทึมการตัดอักษรเป็นตัวจากภาพของหน้ากระดาศ ซึ่งวิธีการที่ใช้ผ่านมาจากวิทยานิพนธ์ที่เคยอ้างถึง ล้วนแต่ยังไม่สามารถแก้ปัญหการทับกันหรือการติดกันของตัวอักษรได้เลย ยิ่งเป็นตัวอักษรที่นิยมว่าเป็นอักษรแบบสวยงามแล้วยังมีการตัดหรือทับกันของเส้นอักษรมาก ซึ่งทำให้ปัญหายากขึ้นไปอีก

ในปัจจุบันลักษณะตัวอักษรไทย (glyphs) ยังไม่มีการกำหนดเป็นมาตรฐานเอกสารที่ได้มีการจัดพิมพ์เกี่ยวกับเรื่องนี้คือ “การกำหนดหลักเกณฑ์โครงสร้างของตัวอักษรไทย” ซึ่งจัดพิมพ์ในลักษณะของร่างเพื่อเผยแพร่ก่อนประกาศ เสนอต่ออนุกรรมการบัญญัติศัพท์วิชาการพิมพ์ ราชบัณฑิตยสภา แต่ยังไม่ได้ประกาศเป็นมาตรฐาน (ตั้งแต่ 2524) ถึงแม้ว่าจะมีหลักเกณฑ์คร่าวๆอยู่ว่า ตำแหน่งหรือการพิมพ์ทับหรือพิมพ์เยื้องกันของอักษรควรจะทำอย่างไร ลักษณะของอักษรควรเป็นเช่นไร แต่ว่าสิ่งเหล่านี้ถูกกำหนดโดยธุรกิจสิ่งพิมพ์โดยคำนึงถึงเรื่องความสวยงามเป็นหลักโดยยังไม่มีความมาตรฐานที่ชัดเจน นอกจากนี้ปัญหาของการ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้าไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รู้จำบางปัญหาเกิดจากออกแบบให้เกิดความยากหรือซับซ้อนขึ้น เช่น ออกแบบอักษรโดยเน้นเรื่องความสวยงามโดยการลากหางหรือลากซ้อนทับกันหรือออกแบบอักษรบางตัวให้คล้ายกันมากเกินไป ถ้ามีการออกแบบอักษรให้แตกต่างกันชัดเจนและยังคงความสวยงามอยู่ด้วยระบบรู้จำตัวอักษรไทยก็จะสามารถสร้างได้ง่ายขึ้น และจะเป็นประโยชน์ต่อสังคมมาก

ข้อสังเกตอื่นสำหรับการสร้างระบบรู้จำอักขระไทยคือ ถึงแม้ภาษาไทยมีครบทั้งตัวอักษรและตัวเลข แต่ก็ปรากฏให้เห็นอยู่ว่า ตัวเลขในหนังสือและสิ่งพิมพ์จำนวนมากใช้ตัวเลขอารบิก และมีการผสมระหว่างตัวอักษรไทยและอังกฤษเสมอ โดยเฉพาะในหนังสือวิชาการ ดังนั้นถ้าหากต้องการพัฒนาซอฟต์แวร์ดังกล่าวในการใช้จริงควรพัฒนาให้ได้ระบบที่สามารถใช้ได้กับตัวภาษาไทย และตัวเลขอารบิก เป็นอย่างน้อย และถ้าจะให้ใช้ได้ดีขึ้นควรใช้ได้กับภาษาอังกฤษในระบบเดียวกันด้วย



กิตติกรรมประกาศ

ผู้เขียนขอกราบขอบพระคุณศาสตราจารย์ ศรีศักดิ์ จามรมาน อาจารย์ที่ปรึกษา ที่ได้ให้คำแนะนำตลอดการทำงานวิทยานิพนธ์นี้ รองศาสตราจารย์ ชม กิมปาน ที่ให้การสนับสนุนการวิจัยและการจัดหาเครื่องมือในการทำงาน อาจารย์ บุญวัฒน์ อัดชู ที่ได้ให้โอกาสร่วมทำงานวิจัยที่ได้รับทุนจากสภาวิจัยแห่งชาติ และอาจารย์ท่านอื่นๆในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ ที่ได้ให้ความช่วยเหลือและความเห็นในการทำวิจัยตลอดมา และขอขอบคุณผู้ที่ได้มีส่วนร่วมช่วยเหลือทดสอบ เตรียมข้อมูล การจัดทำเอกสารวิทยานิพนธ์ และเสนอแนะความคิดเห็นช่วยให้งานวิจัยนี้สำเร็จได้เป็นอย่างดี ตลอดจนหน่วยงาน STDB ที่ได้ให้ทุนการศึกษาระหว่างที่ผู้เขียนทำการศึกษาอยู่ในระดับปริญญาโท



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. KIMPAN,C.,A.ITOH, and K.KAWANISHI,"Recognition of Printed Thai Characters Using a Matching Methods" ,IEE Proceeding,vol.130,No.6,November,1963
2. KIMPAN,C.,"Printed Thai Characters Recognition",Dissertation of Doctor of Engineering,King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang,1986
3. KIMPAN,C.,A.ITOH, and K.KANAWANISHI,"Fine Classification of Printed Thai Characters Using the Karhunen-loeve Expansion",IEE Proceeding,vol.134,Nó.5,Sep,1987
4. วัชรระ ฉัตรวิริยะ, กิตติพัทธ์ เจียรพงษ์ ,ศรีศักดิ์ จามรमान,"การแยกแยะตัวพิมพ์ภาษาไทย โดยการใช้จุดศูนย์กลาง",การประชุมวิชาการไฟฟ้า ครั้งที่ 10 ,จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤษภาคม,2530
5. ประกาศิต ขาดินบุษ,ธนา หงษ์สุวรรณ, วัชรระ ฉัตรวิริยะ "การแยกแยะตัวพิมพ์ภาษาไทยที่ ละตัวออกจากคำ"การประชุมการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในทางวิศวกรรม,มหาวิทยาลัย สงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, กุมพาพันธ์, 2531
- 6.ศมิทธิ์ เอมสมบัติ,สุรสิทธิ์ ราตรี, ชม กัมปาน"การจดจำรูปแบบอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย ด้วยการกระจายแบบคาร์สุรเนน-โลบ", การประชุมการประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในทาง วิศวกรรม กุมพาพันธ์ 2531
- 7.วัชรระ ฉัตรวิริยะ,ชม กัมปาน "การสร้างพจนานุกรมโดยอัตโนมัติสำหรับให้เครื่องไมโคร คอมพิวเตอร์สามารถรู้จำอักษร" การประชุมใหญ่ทางวิชาการ วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย ไทย กรุงเทพ, ตุลาคม 2532
- 8.สุรสิทธิ์ ราตรี "การรู้จำตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยโดยวิธีหาลักษณะโครงสร้างของเส้น" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง 2533

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

10.สุรสิทธิ์ ราตรี, ชุม กิมปาน "การจดจำรูปแบบตัวพิมพ์อักษรไทยหลายรูปแบบ" การประชุมวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้า ครั้งที่ 12, มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ 2532

11.ทวีศักดิ์ กอนันต์กุล และคณะ "คอมพิวเตอร์กับภาษาไทย" ศูนย์เทคโนโลยีอิเล็กทรอนิกส์และคอมพิวเตอร์แห่งชาติ 2534



เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

- ก. ตัวอย่างต้นแบบตัวอักษรที่ใช้ในการทดลอง
- ข. ตัวอย่างต้นแบบที่ใช้ระหว่างการวิเคราะห์เพื่อตัดอักษร
- ค. ตัวอย่างต้นแบบอักษรที่อ่านเข้ามาได้และผ่านกระบวนการทำให้เป็นดิจิทัลแล้ว
- ง. ตัวอย่างผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติจำนวนจุดในพื้นที่ต่างๆ ของตัวอักษร
- จ. โปรแกรมสำหรับการตัดตัวอักษรจากหน้ากระดาษทีละตัว
- ฉ. โปรแกรมสำหรับการวิเคราะห์ตัวอักษร



ประเทศไทยให้การคุ้มครองลิขสิทธิ์ซอฟต์แวร์หรือไม่

ประเทศไทยมีพระราชบัญญัติลิขสิทธิ์ สำหรับให้การคุ้มครองวรรณกรรม ศิลปกรรม ประติมากรรม และงานในหมวดอื่น ๆ เช่น หมวดวิทยาศาสตร์ พระราชบัญญัตินี้ประกาศใช้มานานแล้ว การกำหนดโทษผู้ละเมิดจึงค่อนข้างน้อย และไม่ได้มีการกำหนดอย่างชัดเจนว่า ซอฟต์แวร์เป็นงานที่เข้าข่ายคุ้มครองหรือไม่ แม้ว่าทางสำนักงานกฤษฎีกาจะตีความว่าซอฟต์แวร์เป็นงานในหมวดวิทยาศาสตร์ที่ได้รับความคุ้มครองอยู่แล้วตามพรบ.นี้ แต่ก็ยังไม่มีผู้เสียหายรายใดอยากจะเสียนำผู้ละเมิดมาฟ้องศาลตามพรบ. เพราะถ้าศาลไม่เห็นด้วยหรือตีความเป็นอย่างอื่นก็ยังมีปัญหามากขึ้น

DB 95 size 18
line space 40

ข. ตัวอย่างต้นแบบที่ใช้ระหว่างการวิเคราะห์เพื่อตัดตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Record#	NAMVER	K1	K2	K3	K4	K5	K6
1	a01	65.00	147.00	104.00	67.00	27.00	69.0
2	a01	84.00	147.00	108.00	70.00	30.00	68.0
3	a01	84.00	146.00	103.00	67.00	25.00	68.0
4	a01	79.00	150.00	106.00	70.00	26.00	70.0
5	a01	66.00	151.00	111.00	69.00	27.00	66.0
6	a01	81.00	148.00	105.00	70.00	29.00	69.0
7	a01	66.00	147.00	103.00	65.00	26.00	65.0
8	a01	73.00	152.00	107.00	71.00	26.00	63.0
9	a01	86.00	143.00	102.00	78.00	26.00	74.0
10	a01	82.00	148.00	112.00	72.00	26.00	68.0
11	a01	79.00	168.00	100.00	71.00	24.00	72.0
12	a01	67.00	149.00	105.00	68.00	27.00	62.0
13	a01	80.00	146.00	111.00	77.00	28.00	78.0
14	a01	61.00	147.00	105.00	69.00	27.00	68.0
15	a01	83.00	150.00	112.00	78.00	26.00	78.0
16	a01	68.00	152.00	103.00	69.00	28.00	65.0
17	a01	85.00	148.00	114.00	78.00	30.00	76.0
18	a01	79.00	143.00	109.00	78.00	29.00	77.0
19	a01	85.00	151.00	113.00	76.00	28.00	71.0
20	a01	79.00	146.00	111.00	76.00	28.00	77.0
21	a01	79.00	166.00	102.00	72.00	26.00	71.0
22	a01	86.00	147.00	99.00	77.00	23.00	73.0
23	a01	80.00	148.00	107.00	76.00	28.00	77.0
24	a01	74.00	154.00	99.00	68.00	23.00	66.0
25	a01	84.00	149.00	110.00	78.00	30.00	77.0
26	a01	85.00	170.00	107.00	72.00	25.00	75.0
27	a01	86.00	148.00	105.00	76.00	25.00	76.0
28	a01	87.00	149.00	110.00	78.00	27.00	75.0
29	a01	87.00	150.00	114.00	76.00	29.00	75.0
30	a01	86.00	143.00	111.00	77.00	29.00	75.0
31	a01	84.00	164.00	113.00	74.00	30.00	72.0
32	a01	60.00	160.00	104.00	75.00	27.00	67.0
33	a01	79.00	152.00	113.00	72.00	26.00	73.0
34	a01	86.00	165.00	109.00	70.00	27.00	73.0
35	a01	83.00	157.00	111.00	75.00	27.00	71.0
36	a02	51.00	154.00	106.00	98.00	147.00	67.0
37	a02	51.00	131.00	116.00	103.00	156.00	73.0
38	a02	57.00	155.00	115.00	96.00	155.00	70.0
39	a02	55.00	155.00	118.00	100.00	155.00	72.0
40	a02	57.00	153.00	111.00	103.00	147.00	76.0
41	a02	56.00	155.00	111.00	96.00	151.00	69.0
42	a02	53.00	156.00	111.00	98.00	151.00	68.0
43	a02	49.00	153.00	102.00	99.00	150.00	72.0
44	a02	52.00	143.00	111.00	103.00	163.00	75.0
45	a02	55.00	152.00	110.00	102.00	146.00	71.0
46	a02	55.00	153.00	114.00	103.00	152.00	76.0
47	a02	57.00	155.00	115.00	97.00	150.00	71.0
48	a02	53.00	155.00	120.00	105.00	165.00	80.0
49	a02	56.00	155.00	117.00	98.00	154.00	74.0
50	a02	57.00	156.00	122.00	105.00	159.00	78.0
51	a02	49.00	152.00	108.00	99.00	151.00	68.0
52	a02	53.00	153.00	114.00	103.00	150.00	73.0
53	a02	55.00	146.00	116.00	100.00	161.00	77.0
54	a02	52.00	142.00	119.00	102.00	162.00	74.0
55	a02	58.00	156.00	118.00	103.00	160.00	79.0
56	a02	51.00	147.00	110.00	104.00	161.00	77.0
57	a02	49.00	135.00	114.00	103.00	161.00	73.0
58	a02	56.00	152.00	114.00	102.00	157.00	74.0
59	a02	50.00	140.00	117.00	101.00	158.00	74.0
60	a02	51.00	156.00	118.00	98.00	153.00	74.0
61	a02	47.00	154.00	109.00	101.00	153.00	72.0
62	a02	51.00	153.00	111.00	100.00	150.00	75.0

ง.ผลการคำนวณค่าเฉลี่ยของคุณสมบัติจำนวนจุดในพื้นที่ต่างๆของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆก็ตามที่แสดงต่อไปนี้เป็นตัวอย่างหนึ่งระหว่างการศึกษาการหาคุณสมบัติที่เหมาะสม โดยในกรณีที่แสดงเป็นชื่อของกลุ่มตัวอักษรเริ่มต้นด้วยอักษร

ก. ไปถึง ฮ. ตามลำดับ

63	a02	57.00	152.00	114.00	98.00	149.00	69.0
64	a02	54.00	152.00	117.00	101.00	149.00	75.0
65	a02	53.00	156.00	121.00	102.00	161.00	77.0
66	a02	59.00	156.00	123.00	104.00	154.00	78.0
67	a02	60.00	154.00	116.00	98.00	152.00	71.0
68	a02	57.00	155.00	122.00	100.00	154.00	74.0
69	a02	51.00	152.00	112.00	103.00	156.00	76.0
70	a03	77.00	144.00	105.00	69.00	78.00	143.0
71	a03	75.00	129.00	108.00	66.00	79.00	141.0
72	a03	80.00	143.00	93.00	65.00	75.00	138.0
73	a03	80.00	148.00	100.00	62.00	76.00	140.0
74	a03	81.00	146.00	104.00	68.00	78.00	139.0
75	a03	80.00	146.00	108.00	66.00	79.00	140.0
76	a03	79.00	130.00	109.00	62.00	78.00	143.0
77	a03	77.00	145.00	95.00	65.00	73.00	135.0
78	a03	84.00	131.00	105.00	67.00	79.00	146.0
79	a03	76.00	143.00	97.00	69.00	80.00	141.0
80	a03	76.00	141.00	102.00	72.00	82.00	143.0
81	a03	75.00	140.00	108.00	72.00	79.00	142.0
82	a03	74.00	141.00	108.00	68.00	75.00	137.0
83	a03	77.00	145.00	106.00	70.00	78.00	144.0
84	a03	73.00	154.00	90.00	60.00	72.00	138.0
85	a03	83.00	144.00	98.00	67.00	77.00	140.0
86	a03	79.00	144.00	99.00	72.00	76.00	138.0
87	a03	78.00	144.00	106.00	70.00	79.00	144.0
88	a03	72.00	145.00	103.00	63.00	77.00	135.0
89	a04	79.00	112.00	98.00	83.00	138.00	100.0
90	a04	75.00	106.00	91.00	80.00	137.00	93.0
91	a04	73.00	114.00	90.00	83.00	131.00	100.0
92	a04	77.00	112.00	94.00	81.00	137.00	99.0
93	a04	75.00	108.00	94.00	80.00	137.00	94.0
94	a04	74.00	106.00	90.00	81.00	136.00	94.0
95	a04	72.00	107.00	93.00	83.00	142.00	94.0
96	a04	73.00	112.00	93.00	83.00	136.00	94.0
97	a04	68.00	106.00	89.00	81.00	146.00	99.0
98	a04	74.00	115.00	99.00	82.00	139.00	99.0
99	a04	76.00	113.00	94.00	82.00	136.00	97.0
100	a04	74.00	107.00	89.00	82.00	143.00	101.0
101	a04	74.00	107.00	89.00	84.00	146.00	101.0
102	a04	76.00	113.00	91.00	83.00	132.00	96.0
103	a04	78.00	110.00	93.00	85.00	139.00	100.0
104	a04	78.00	110.00	94.00	83.00	136.00	100.0
105	a04	74.00	120.00	92.00	81.00	132.00	102.0
106	a04	78.00	131.00	100.00	86.00	133.00	103.0
107	a05	29.00	171.00	74.00	86.00	96.00	87.0
108	a05	27.00	171.00	73.00	88.00	92.00	89.0
109	a05	29.00	175.00	75.00	90.00	91.00	89.0
110	a05	34.00	170.00	71.00	89.00	97.00	89.0
111	a05	33.00	173.00	79.00	87.00	97.00	88.0
112	a05	30.00	168.00	72.00	86.00	100.00	87.0
113	a05	30.00	175.00	75.00	92.00	95.00	96.0
114	a05	30.00	175.00	74.00	91.00	91.00	93.0
115	a05	29.00	163.00	78.00	89.00	85.00	83.0
116	a05	28.00	172.00	72.00	91.00	93.00	94.0
117	a05	31.00	172.00	73.00	89.00	90.00	98.0
118	a05	33.00	172.00	75.00	90.00	103.00	91.0
119	a05	35.00	171.00	76.00	94.00	101.00	92.0
120	a05	27.00	172.00	77.00	88.00	99.00	88.0
121	a05	31.00	173.00	75.00	90.00	96.00	97.0
122	a05	28.00	172.00	77.00	87.00	102.00	89.0
123	a05	34.00	172.00	72.00	89.00	97.00	96.0
124	a05	33.00	171.00	72.00	92.00	95.00	97.0
125	a05	28.00	170.00	76.00	86.00	101.00	89.0
126	a05	28.00	172.00	75.00	89.00	98.00	92.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

127	a05	31.00	171.00	76.00	91.00	101.00	91.00
128	a05	32.00	174.00	75.00	91.00	96.00	94.00
129	a05	29.00	172.00	77.00	90.00	101.00	90.00
130	a06	25.00	154.00	101.00	38.00	76.00	124.00
131	a06	25.00	161.00	104.00	33.00	74.00	117.00
132	a06	25.00	160.00	107.00	35.00	73.00	125.00
133	a06	25.00	154.00	94.00	34.00	70.00	120.00
134	a06	25.00	159.00	101.00	37.00	77.00	121.00
135	a06	24.00	158.00	104.00	37.00	74.00	120.00
136	a06	23.00	159.00	103.00	37.00	71.00	117.00
137	a06	27.00	163.00	104.00	35.00	79.00	121.00
138	a06	28.00	169.00	110.00	40.00	79.00	129.00
139	a06	27.00	159.00	104.00	38.00	75.00	121.00
140	a06	26.00	158.00	104.00	38.00	75.00	127.00
141	a06	23.00	154.00	98.00	38.00	71.00	124.00
142	a06	27.00	166.00	97.00	41.00	67.00	127.00
143	a06	29.00	164.00	104.00	39.00	75.00	122.00
144	a06	27.00	166.00	105.00	36.00	75.00	120.00
145	a06	26.00	158.00	105.00	38.00	76.00	128.00
146	a06	24.00	157.00	108.00	38.00	73.00	122.00
147	a06	30.00	163.00	110.00	37.00	77.00	122.00
148	a06	26.00	164.00	101.00	38.00	73.00	122.00
149	a06	26.00	159.00	101.00	39.00	73.00	125.00
150	a07	57.00	95.00	73.00	85.00	49.00	86.00
151	a07	56.00	92.00	77.00	84.00	50.00	82.00
152	a07	54.00	91.00	78.00	79.00	51.00	88.00
153	a07	56.00	93.00	81.00	84.00	52.00	80.00
154	a07	57.00	92.00	82.00	83.00	53.00	81.00
155	a07	53.00	91.00	75.00	83.00	50.00	80.00
156	a07	50.00	93.00	76.00	82.00	54.00	85.00
157	a07	54.00	93.00	78.00	85.00	51.00	83.00
158	a07	51.00	93.00	78.00	85.00	53.00	80.00
159	a07	57.00	95.00	80.00	88.00	52.00	82.00
160	a07	64.00	91.00	73.00	86.00	51.00	86.00
161	a07	57.00	97.00	73.00	86.00	49.00	88.00
162	a07	53.00	92.00	79.00	87.00	54.00	85.00
163	a07	54.00	92.00	79.00	81.00	51.00	93.00
164	a07	56.00	94.00	83.00	86.00	54.00	89.00
165	a07	62.00	94.00	78.00	83.00	55.00	89.00
166	a07	54.00	95.00	81.00	84.00	53.00	83.00
167	a07	52.00	89.00	76.00	83.00	50.00	90.00
168	a07	61.00	91.00	82.00	87.00	53.00	81.00
169	a08	53.00	113.00	87.00	96.00	129.00	77.00
170	a08	50.00	114.00	90.00	93.00	125.00	74.00
171	a08	49.00	117.00	93.00	92.00	134.00	69.00
172	a08	56.00	119.00	85.00	89.00	123.00	75.00
173	a08	54.00	115.00	88.00	92.00	132.00	75.00
174	a08	54.00	115.00	89.00	90.00	123.00	74.00
175	a08	54.00	112.00	89.00	89.00	119.00	73.00
176	a08	54.00	113.00	78.00	88.00	121.00	76.00
177	a08	51.00	135.00	93.00	102.00	154.00	77.00
178	a08	56.00	112.00	86.00	94.00	132.00	80.00
179	a08	54.00	114.00	88.00	99.00	130.00	77.00
180	a08	52.00	115.00	82.00	94.00	132.00	76.00
181	a08	54.00	116.00	86.00	93.00	131.00	78.00
182	a08	56.00	114.00	84.00	90.00	126.00	74.00
183	a08	55.00	114.00	87.00	96.00	133.00	78.00
184	a08	52.00	115.00	92.00	94.00	130.00	76.00
185	a08	55.00	115.00	81.00	96.00	131.00	79.00
186	a08	51.00	115.00	86.00	90.00	127.00	76.00
187	a09	64.00	107.00	67.00	80.00	126.00	95.00
188	a09	66.00	94.00	69.00	77.00	131.00	96.00
189	a09	73.00	113.00	75.00	84.00	147.00	105.00
190	a09	64.00	100.00	68.00	77.00	129.00	97.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

191	a09	68.00	113.00	71.00	85.00	147.00	105.0
192	a09	66.00	112.00	71.00	79.00	129.00	96.0
193	a09	69.00	107.00	71.00	83.00	145.00	105.0
194	a09	61.00	105.00	75.00	80.00	131.00	97.0
195	a09	70.00	106.00	70.00	83.00	142.00	99.0
196	a09	72.00	116.00	71.00	81.00	138.00	104.0
197	a09	66.00	111.00	70.00	82.00	131.00	99.0
198	a09	71.00	96.00	73.00	77.00	140.00	103.0
199	a09	64.00	112.00	74.00	81.00	131.00	100.0
200	a09	67.00	110.00	67.00	83.00	130.00	99.0
201	a09	69.00	106.00	71.00	82.00	132.00	103.0
202	a09	66.00	97.00	72.00	82.00	138.00	97.0
203	a09	67.00	113.00	75.00	81.00	130.00	98.0
204	a09	70.00	115.00	77.00	82.00	131.00	99.0
205	a10	110.00	111.00	104.00	123.00	113.00	75.0
206	a10	92.00	125.00	97.00	120.00	108.00	78.0
207	a10	100.00	109.00	103.00	121.00	112.00	75.0
208	a10	89.00	108.00	87.00	119.00	108.00	75.0
209	a10	86.00	108.00	92.00	122.00	108.00	74.0
210	a10	84.00	108.00	92.00	121.00	107.00	77.0
211	a10	89.00	109.00	99.00	126.00	110.00	77.0
212	a10	87.00	108.00	102.00	119.00	113.00	75.0
213	a10	90.00	107.00	92.00	113.00	106.00	73.0
214	a10	99.00	112.00	103.00	121.00	113.00	78.0
215	a10	108.00	120.00	111.00	122.00	115.00	77.0
216	a10	107.00	115.00	95.00	120.00	109.00	76.0
217	a10	101.00	110.00	101.00	124.00	114.00	75.0
218	a10	93.00	108.00	106.00	117.00	114.00	76.0
219	a10	106.00	110.00	92.00	118.00	109.00	72.0
220	a10	106.00	108.00	102.00	116.00	109.00	77.0
221	a10	87.00	111.00	87.00	118.00	106.00	72.0
222	a10	103.00	107.00	94.00	118.00	107.00	80.0
223	a10	98.00	114.00	102.00	120.00	110.00	77.0
224	a11	109.00	101.00	94.00	127.00	84.00	77.0
225	a11	88.00	100.00	87.00	124.00	82.00	78.0
226	a11	100.00	100.00	90.00	127.00	83.00	76.0
227	a11	93.00	100.00	95.00	128.00	87.00	79.0
228	a11	91.00	101.00	94.00	130.00	83.00	76.0
229	a11	86.00	101.00	89.00	125.00	82.00	77.0
230	a11	88.00	100.00	91.00	123.00	85.00	77.0
231	a11	88.00	100.00	93.00	126.00	86.00	75.0
232	a11	89.00	100.00	93.00	123.00	82.00	74.0
233	a11	105.00	105.00	96.00	132.00	88.00	78.0
234	a11	105.00	111.00	98.00	128.00	85.00	78.0
235	a11	93.00	101.00	93.00	130.00	84.00	78.0
236	a11	89.00	109.00	92.00	129.00	88.00	72.0
237	a11	105.00	103.00	95.00	130.00	87.00	76.0
238	a11	101.00	117.00	98.00	125.00	86.00	80.0
239	a11	108.00	102.00	94.00	132.00	86.00	76.0
240	a11	89.00	107.00	90.00	127.00	85.00	74.0
241	a11	91.00	105.00	93.00	128.00	85.00	75.0
242	a12	40.00	134.00	91.00	126.00	75.00	83.0
243	a12	38.00	132.00	87.00	127.00	73.00	78.0
244	a12	47.00	141.00	90.00	123.00	70.00	83.0
245	a12	42.00	136.00	92.00	128.00	71.00	80.0
246	a12	44.00	140.00	94.00	126.00	72.00	80.0
247	a12	43.00	134.00	90.00	121.00	72.00	79.0
248	a12	42.00	134.00	90.00	125.00	73.00	80.0
249	a12	47.00	135.00	93.00	129.00	71.00	83.0
250	a12	42.00	142.00	92.00	122.00	73.00	81.0
251	a12	43.00	141.00	92.00	125.00	74.00	77.0
252	a12	40.00	154.00	89.00	125.00	73.00	77.0
253	a12	46.00	137.00	93.00	124.00	77.00	83.0
254	a12	45.00	144.00	90.00	130.00	74.00	81.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

255	a12	46.00	146.00	91.00	128.00	74.00	80.0
256	a12	40.00	147.00	90.00	124.00	75.00	80.0
257	a12	43.00	134.00	93.00	126.00	74.00	81.0
258	a12	43.00	153.00	91.00	124.00	73.00	83.0
259	a12	45.00	135.00	94.00	131.00	77.00	77.0
260	a12	47.00	148.00	94.00	123.00	71.00	85.0
261	a12	40.00	138.00	93.00	125.00	75.00	79.0
262	a12	46.00	133.00	94.00	128.00	72.00	79.0
263	a12	42.00	136.00	89.00	124.00	73.00	77.0
264	a13	43.00	134.00	93.00	134.00	81.00	78.0
265	a13	43.00	144.00	91.00	130.00	76.00	77.0
266	a13	41.00	135.00	93.00	139.00	79.00	79.0
267	a13	43.00	135.00	94.00	134.00	80.00	79.0
268	a13	40.00	133.00	96.00	140.00	82.00	82.0
269	a13	41.00	133.00	96.00	137.00	77.00	80.0
270	a13	41.00	135.00	91.00	131.00	78.00	77.0
271	a13	48.00	132.00	92.00	139.00	78.00	82.0
272	a13	38.00	135.00	92.00	137.00	80.00	82.0
273	a13	45.00	139.00	94.00	138.00	79.00	82.0
274	a13	40.00	142.00	92.00	139.00	82.00	79.0
275	a13	38.00	138.00	91.00	133.00	79.00	78.0
276	a13	39.00	133.00	90.00	138.00	80.00	77.0
277	a13	39.00	148.00	94.00	131.00	79.00	77.0
278	a13	43.00	137.00	94.00	138.00	79.00	81.0
279	a13	43.00	143.00	94.00	135.00	78.00	82.0
280	a13	43.00	135.00	93.00	139.00	78.00	85.0
281	a13	38.00	135.00	96.00	137.00	79.00	79.0
282	a13	44.00	135.00	91.00	140.00	77.00	78.0
283	a13	41.00	136.00	95.00	139.00	80.00	83.0
284	a13	43.00	155.00	93.00	136.00	80.00	80.0
285	a13	42.00	134.00	95.00	138.00	79.00	79.0
286	a14	50.00	61.00	116.00	51.00	109.00	110.0
287	a14	57.00	57.00	121.00	51.00	108.00	106.0
288	a14	55.00	50.00	121.00	47.00	107.00	103.0
289	a14	62.00	66.00	112.00	52.00	102.00	114.0
290	a14	57.00	65.00	113.00	52.00	108.00	107.0
291	a14	57.00	59.00	118.00	51.00	108.00	106.0
292	a14	53.00	47.00	116.00	46.00	108.00	105.0
293	a14	54.00	64.00	121.00	51.00	107.00	106.0
294	a14	57.00	56.00	110.00	49.00	108.00	106.0
295	a14	56.00	66.00	121.00	51.00	107.00	106.0
296	a14	52.00	55.00	118.00	49.00	108.00	106.0
297	a14	55.00	47.00	118.00	45.00	108.00	103.0
298	a14	57.00	66.00	122.00	51.00	109.00	109.0
299	a14	57.00	64.00	126.00	51.00	112.00	108.0
300	a14	51.00	60.00	117.00	49.00	105.00	109.0
301	a14	54.00	51.00	124.00	48.00	107.00	105.0
302	a14	50.00	57.00	115.00	48.00	102.00	101.0
303	a14	54.00	51.00	118.00	48.00	107.00	105.0
304	a14	52.00	63.00	116.00	50.00	104.00	107.0
305	a14	51.00	66.00	119.00	51.00	109.00	111.0
306	a15	76.00	104.00	113.00	50.00	141.00	106.0
307	a15	78.00	100.00	110.00	48.00	129.00	104.0
308	a15	76.00	104.00	115.00	50.00	144.00	105.0
309	a15	83.00	104.00	119.00	50.00	143.00	107.0
310	a15	74.00	101.00	106.00	49.00	141.00	106.0
311	a15	80.00	103.00	108.00	50.00	139.00	113.0
312	a15	74.00	101.00	113.00	50.00	141.00	107.0
313	a15	82.00	104.00	118.00	51.00	144.00	114.0
314	a15	73.00	102.00	103.00	50.00	137.00	106.0
315	a15	77.00	104.00	112.00	50.00	136.00	106.0
316	a15	79.00	101.00	113.00	49.00	137.00	105.0
317	a15	80.00	109.00	117.00	53.00	145.00	112.0
318	a15	79.00	103.00	115.00	49.00	147.00	108.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

319	a15	77.00	104.00	107.00	50.00	139.00	107.0
320	a15	78.00	102.00	112.00	51.00	143.00	108.0
321	a15	78.00	115.00	112.00	53.00	139.00	108.0
322	a15	79.00	111.00	120.00	52.00	144.00	106.0
323	a15	80.00	107.00	115.00	51.00	140.00	107.0
324	a16	96.00	108.00	91.00	103.00	112.00	115.0
325	a16	93.00	109.00	93.00	100.00	108.00	118.0
326	a16	96.00	106.00	88.00	104.00	110.00	114.0
327	a16	91.00	108.00	92.00	101.00	111.00	117.0
328	a16	97.00	107.00	92.00	104.00	112.00	114.0
329	a16	94.00	107.00	91.00	101.00	107.00	110.0
330	a16	95.00	105.00	88.00	102.00	111.00	114.0
331	a16	95.00	104.00	87.00	102.00	110.00	113.0
332	a16	96.00	113.00	93.00	100.00	106.00	112.0
333	a16	96.00	109.00	95.00	105.00	114.00	113.0
334	a16	91.00	105.00	87.00	106.00	113.00	113.0
335	a16	96.00	106.00	88.00	103.00	111.00	115.0
336	a16	92.00	106.00	88.00	100.00	109.00	116.0
337	a16	95.00	117.00	95.00	97.00	111.00	119.0
338	a16	95.00	109.00	93.00	103.00	112.00	119.0
339	a16	94.00	107.00	84.00	101.00	106.00	118.0
340	a16	93.00	105.00	85.00	104.00	108.00	117.0
341	a16	87.00	109.00	85.00	101.00	109.00	112.0
342	a17	95.00	101.00	88.00	101.00	117.00	69.0
343	a17	106.00	104.00	91.00	103.00	118.00	79.0
344	a17	95.00	98.00	81.00	105.00	115.00	67.0
345	a17	102.00	102.00	82.00	106.00	106.00	70.0
346	a17	99.00	102.00	83.00	100.00	119.00	71.0
347	a17	110.00	102.00	91.00	104.00	117.00	79.0
348	a17	110.00	95.00	80.00	101.00	116.00	73.0
349	a17	95.00	107.00	76.00	104.00	119.00	68.0
350	a17	111.00	101.00	83.00	105.00	104.00	71.0
351	a17	108.00	105.00	92.00	103.00	121.00	78.0
352	a17	112.00	102.00	96.00	105.00	120.00	78.0
353	a17	111.00	106.00	81.00	108.00	118.00	73.0
354	a17	93.00	100.00	84.00	109.00	118.00	70.0
355	a17	110.00	106.00	87.00	105.00	118.00	80.0
356	a17	109.00	101.00	92.00	102.00	119.00	76.0
357	a17	95.00	101.00	92.00	106.00	119.00	71.0
358	a17	109.00	97.00	80.00	104.00	103.00	71.0
359	a17	108.00	101.00	82.00	108.00	114.00	74.0
360	a18	76.00	122.00	99.00	70.00	105.00	123.0
361	a18	85.00	140.00	99.00	74.00	101.00	129.0
362	a18	86.00	125.00	94.00	74.00	95.00	124.0
363	a18	78.00	129.00	99.00	71.00	103.00	127.0
364	a18	72.00	147.00	96.00	72.00	100.00	123.0
365	a18	82.00	145.00	97.00	72.00	98.00	127.0
366	a18	83.00	142.00	98.00	66.00	93.00	121.0
367	a18	81.00	143.00	96.00	69.00	96.00	127.0
368	a18	87.00	146.00	100.00	72.00	94.00	124.0
369	a18	79.00	130.00	90.00	72.00	100.00	129.0
370	a18	84.00	146.00	96.00	75.00	101.00	128.0
371	a18	83.00	133.00	98.00	75.00	102.00	130.0
372	a18	86.00	125.00	93.00	76.00	97.00	123.0
373	a18	79.00	151.00	96.00	70.00	100.00	129.0
374	a18	83.00	143.00	93.00	76.00	96.00	122.0
375	a18	83.00	142.00	95.00	75.00	101.00	130.0
376	a18	83.00	154.00	87.00	70.00	95.00	127.0
377	a18	86.00	143.00	98.00	75.00	99.00	129.0
378	a18	82.00	146.00	99.00	74.00	101.00	126.0
379	a18	83.00	129.00	102.00	71.00	102.00	130.0
380	a18	89.00	144.00	102.00	77.00	97.00	128.0
381	a19	81.00	126.00	95.00	71.00	96.00	121.0
382	a19	70.00	148.00	96.00	73.00	97.00	117.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

383	a19	80.00	141.00	97.00	72.00	100.00	128.0
384	a19	81.00	144.00	102.00	75.00	97.00	126.0
385	a19	87.00	133.00	108.00	77.00	101.00	124.0
386	a19	75.00	128.00	100.00	71.00	104.00	120.0
387	a19	76.00	131.00	99.00	69.00	100.00	120.0
388	a19	84.00	131.00	100.00	71.00	91.00	120.0
389	a19	75.00	134.00	97.00	71.00	100.00	125.0
390	a19	79.00	145.00	96.00	74.00	100.00	123.0
391	a19	79.00	147.00	98.00	77.00	101.00	125.0
392	a19	78.00	132.00	99.00	75.00	103.00	124.0
393	a19	78.00	141.00	100.00	75.00	100.00	126.0
394	a19	84.00	150.00	101.00	75.00	98.00	125.0
395	a19	81.00	147.00	101.00	77.00	103.00	127.0
396	a19	81.00	167.00	99.00	74.00	97.00	129.0
397	a19	86.00	151.00	101.00	79.00	97.00	126.0
398	a19	76.00	128.00	97.00	69.00	101.00	123.0
399	a19	82.00	142.00	96.00	74.00	101.00	125.0
400	a19	79.00	153.00	98.00	73.00	98.00	124.0
401	a20	81.00	126.00	95.00	71.00	96.00	121.0
402	a20	70.00	148.00	96.00	73.00	97.00	117.0
403	a20	80.00	141.00	97.00	72.00	100.00	128.0
404	a20	81.00	144.00	102.00	75.00	97.00	126.0
405	a20	87.00	133.00	108.00	77.00	101.00	124.0
406	a20	75.00	128.00	100.00	71.00	104.00	120.0
407	a20	76.00	131.00	99.00	69.00	100.00	120.0
408	a20	84.00	131.00	100.00	71.00	91.00	120.0
409	a20	75.00	134.00	97.00	71.00	100.00	125.0
410	a20	76.00	138.00	102.00	102.00	67.00	76.0
411	a20	74.00	131.00	106.00	98.00	69.00	75.0
412	a20	68.00	145.00	107.00	93.00	66.00	71.0
413	a20	66.00	144.00	106.00	97.00	63.00	67.0
414	a20	56.00	142.00	95.00	96.00	60.00	67.0
415	a20	73.00	150.00	106.00	93.00	63.00	68.0
416	a20	75.00	145.00	111.00	97.00	64.00	69.0
417	a20	56.00	140.00	109.00	95.00	68.00	66.0
418	a20	68.00	161.00	99.00	96.00	60.00	72.0
419	a20	55.00	156.00	98.00	94.00	64.00	65.0
420	a20	69.00	164.00	107.00	100.00	66.00	72.0
421	a21	51.00	128.00	93.00	60.00	63.00	82.0
422	a21	52.00	125.00	103.00	59.00	63.00	79.0
423	a21	50.00	128.00	98.00	56.00	58.00	77.0
424	a21	49.00	129.00	102.00	62.00	65.00	85.0
425	a21	48.00	128.00	102.00	60.00	63.00	84.0
426	a21	53.00	125.00	104.00	62.00	61.00	87.0
427	a21	51.00	130.00	98.00	62.00	60.00	86.0
428	a21	47.00	131.00	96.00	59.00	64.00	84.0
429	a21	46.00	128.00	97.00	62.00	63.00	84.0
430	a21	52.00	134.00	104.00	58.00	64.00	78.0
431	a21	48.00	130.00	102.00	62.00	65.00	85.0
432	a21	45.00	128.00	93.00	60.00	63.00	80.0
433	a21	51.00	137.00	97.00	58.00	61.00	82.0
434	a21	46.00	144.00	99.00	57.00	61.00	82.0
435	a21	49.00	153.00	102.00	60.00	64.00	82.0
436	a21	52.00	128.00	100.00	61.00	62.00	83.0
437	a21	55.00	130.00	105.00	58.00	62.00	84.0
438	a21	54.00	129.00	107.00	62.00	63.00	83.0
439	a21	53.00	155.00	104.00	59.00	57.00	80.0
440	a22	39.00	69.00	114.00	105.00	71.00	64.0
441	a22	38.00	68.00	111.00	106.00	66.00	67.0
442	a22	39.00	60.00	113.00	104.00	68.00	60.0
443	a22	39.00	79.00	119.00	109.00	65.00	69.0
444	a22	39.00	73.00	106.00	109.00	66.00	71.0
445	a22	38.00	67.00	119.00	103.00	73.00	67.0
446	a22	39.00	79.00	107.00	107.00	72.00	68.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

447	a22	37.00	70.00	107.00	108.00	71.00	66.00
448	a22	39.00	103.00	116.00	114.00	83.00	77.00
449	a22	43.00	77.00	116.00	112.00	75.00	70.00
450	a22	43.00	58.00	115.00	103.00	74.00	61.00
451	a22	37.00	69.00	110.00	108.00	71.00	68.00
452	a22	96.00	101.00	114.00	107.00	49.00	70.00
453	a22	43.00	77.00	115.00	110.00	72.00	73.00
454	a22	46.00	59.00	116.00	105.00	71.00	61.00
455	a22	45.00	79.00	118.00	111.00	69.00	72.00
456	a22	45.00	79.00	118.00	112.00	73.00	72.00
457	a22	41.00	65.00	117.00	105.00	73.00	60.00
458	a23	47.00	78.00	64.00	84.00	30.00	62.00
459	a23	45.00	82.00	64.00	82.00	30.00	57.00
460	a23	45.00	81.00	66.00	87.00	29.00	56.00
461	a23	43.00	80.00	61.00	86.00	30.00	59.00
462	a23	46.00	89.00	68.00	87.00	30.00	65.00
463	a23	44.00	103.00	68.00	89.00	31.00	64.00
464	a23	48.00	82.00	67.00	89.00	29.00	58.00
465	a23	48.00	82.00	67.00	86.00	30.00	56.00
466	a23	45.00	80.00	63.00	87.00	29.00	54.00
467	a23	45.00	82.00	67.00	85.00	29.00	61.00
468	a23	48.00	81.00	67.00	85.00	32.00	62.00
469	a23	50.00	81.00	70.00	89.00	28.00	61.00
470	a23	47.00	79.00	65.00	83.00	30.00	62.00
471	a23	47.00	93.00	71.00	87.00	32.00	59.00
472	a23	47.00	81.00	65.00	92.00	30.00	58.00
473	a23	47.00	81.00	68.00	85.00	31.00	63.00
474	a23	46.00	81.00	63.00	87.00	30.00	59.00
475	a23	49.00	79.00	67.00	85.00	30.00	62.00
476	a23	49.00	79.00	67.00	81.00	30.00	60.00
477	a24	57.00	133.00	75.00	116.00	26.00	55.00
478	a24	56.00	138.00	74.00	120.00	28.00	57.00
479	a24	57.00	130.00	79.00	126.00	25.00	60.00
480	a24	56.00	136.00	79.00	128.00	27.00	55.00
481	a24	54.00	127.00	80.00	128.00	25.00	60.00
482	a24	54.00	133.00	77.00	108.00	24.00	57.00
483	a24	60.00	155.00	78.00	116.00	25.00	65.00
484	a24	54.00	130.00	75.00	119.00	25.00	57.00
485	a24	58.00	156.00	81.00	129.00	28.00	67.00
486	a24	55.00	155.00	79.00	123.00	32.00	70.00
487	a24	54.00	147.00	77.00	116.00	29.00	61.00
488	a24	54.00	136.00	74.00	116.00	25.00	58.00
489	a24	55.00	129.00	74.00	123.00	32.00	60.00
490	a24	54.00	136.00	73.00	117.00	24.00	59.00
491	a24	60.00	149.00	77.00	122.00	27.00	61.00
492	a24	55.00	130.00	78.00	126.00	28.00	59.00
493	a24	57.00	136.00	75.00	124.00	25.00	57.00
494	a24	60.00	139.00	79.00	127.00	28.00	58.00
495	a24	59.00	141.00	77.00	123.00	27.00	63.00
496	a24	54.00	127.00	77.00	124.00	28.00	60.00
497	a24	56.00	130.00	80.00	128.00	28.00	60.00
498	a25	48.00	160.00	36.00	115.00	24.00	91.00
499	a25	41.00	134.00	30.00	111.00	24.00	80.00
500	a25	44.00	134.00	25.00	107.00	24.00	76.00
501	a25	47.00	157.00	36.00	114.00	26.00	85.00
502	a25	40.00	140.00	27.00	100.00	21.00	77.00
503	a25	46.00	157.00	35.00	114.00	23.00	86.00
504	a25	41.00	143.00	28.00	106.00	23.00	76.00
505	a25	42.00	152.00	29.00	108.00	24.00	80.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

506	a25	43.00	145.00	27.00	108.00	24.00	75.0
507	a25	44.00	154.00	30.00	107.00	24.00	80.0
508	a25	41.00	135.00	30.00	112.00	24.00	79.0
509	a25	47.00	147.00	29.00	109.00	24.00	79.0
510	a25	47.00	160.00	36.00	102.00	20.00	90.0
511	a25	42.00	133.00	29.00	112.00	25.00	80.0
512	a25	41.00	134.00	30.00	105.00	22.00	80.0
513	a25	46.00	140.00	30.00	104.00	20.00	80.0
514	a25	44.00	140.00	30.00	101.00	19.00	80.0
515	a25	45.00	162.00	34.00	116.00	24.00	91.0
516	a25	48.00	161.00	34.00	115.00	24.00	90.0
517	a25	40.00	142.00	28.00	107.00	24.00	77.0
518	a25	41.00	140.00	31.00	111.00	24.00	79.0
519	a25	47.00	161.00	35.00	114.00	24.00	89.0
520	a25	48.00	156.00	30.00	111.00	24.00	82.0
521	a25	41.00	137.00	30.00	110.00	24.00	76.0
522	a26	151.00	157.00	88.00	79.00	52.00	105.0
523	a26	152.00	161.00	91.00	76.00	50.00	97.0
524	a26	175.00	162.00	93.00	88.00	51.00	105.0
525	a26	153.00	164.00	89.00	82.00	48.00	100.0
526	a26	175.00	159.00	97.00	83.00	53.00	107.0
527	a26	177.00	159.00	90.00	83.00	47.00	105.0
528	a26	175.00	159.00	89.00	80.00	45.00	105.0
529	a26	174.00	157.00	90.00	85.00	48.00	107.0
530	a26	173.00	161.00	90.00	82.00	52.00	106.0
531	a26	165.00	159.00	85.00	79.00	54.00	108.0
532	a26	160.00	176.00	89.00	80.00	51.00	103.0
533	a26	170.00	157.00	90.00	83.00	50.00	106.0
534	a26	154.00	169.00	90.00	81.00	52.00	101.0
535	a26	148.00	158.00	89.00	82.00	50.00	104.0
536	a26	169.00	167.00	91.00	80.00	51.00	98.0
537	a26	179.00	160.00	91.00	85.00	50.00	109.0
538	a26	162.00	163.00	91.00	83.00	50.00	102.0
539	a26	178.00	175.00	93.00	82.00	52.00	105.0
540	a26	180.00	161.00	93.00	86.00	51.00	109.0
541	a26	163.00	163.00	93.00	83.00	50.00	109.0
542	a26	163.00	161.00	95.00	77.00	52.00	104.0
543	a26	163.00	160.00	95.00	79.00	51.00	106.0
544	a27	132.00	165.00	36.00	102.00	38.00	98.0
545	a27	135.00	166.00	36.00	102.00	38.00	98.0
546	a27	118.00	170.00	34.00	93.00	40.00	91.0
547	a27	131.00	187.00	37.00	94.00	36.00	96.0
548	a27	118.00	167.00	34.00	97.00	40.00	94.0
549	a27	132.00	166.00	36.00	103.00	38.00	97.0
550	a27	130.00	166.00	35.00	102.00	36.00	96.0
551	a27	117.00	176.00	33.00	94.00	37.00	92.0
552	a27	116.00	175.00	35.00	93.00	37.00	90.0
553	a27	118.00	166.00	36.00	94.00	39.00	96.0
554	a27	119.00	167.00	36.00	95.00	38.00	98.0
555	a27	137.00	184.00	35.00	98.00	39.00	95.0
556	a27	138.00	178.00	36.00	92.00	36.00	93.0
557	a27	133.00	180.00	36.00	97.00	36.00	96.0
558	a27	115.00	168.00	34.00	98.00	39.00	95.0
559	a27	135.00	167.00	37.00	101.00	38.00	101.0
560	a27	129.00	182.00	35.00	93.00	39.00	100.0
561	a27	136.00	165.00	36.00	98.00	36.00	99.0
562	a27	124.00	171.00	36.00	93.00	38.00	90.0
563	a27	135.00	189.00	36.00	95.00	37.00	99.0
564	a28	46.00	133.00	86.00	64.00	60.00	103.0
565	a28	48.00	142.00	81.00	61.00	61.00	97.0
566	a28	48.00	141.00	89.00	63.00	64.00	109.0
567	a28	44.00	146.00	82.00	63.00	62.00	99.0
568	a28	44.00	143.00	91.00	64.00	64.00	108.0
569	a28	42.00	144.00	90.00	62.00	64.00	105.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

570	a28	45.00	145.00	78.00	60.00	62.00	100.0
571	a28	44.00	142.00	87.00	63.00	64.00	104.0
572	a28	46.00	142.00	84.00	60.00	61.00	100.0
573	a28	48.00	143.00	89.00	65.00	66.00	108.0
574	a28	48.00	146.00	87.00	62.00	63.00	105.0
575	a28	43.00	144.00	82.00	66.00	63.00	102.0
576	a28	47.00	140.00	86.00	62.00	62.00	100.0
577	a28	45.00	145.00	80.00	63.00	64.00	106.0
578	a28	47.00	143.00	83.00	62.00	63.00	103.0
579	a28	46.00	141.00	87.00	63.00	65.00	99.0
580	a28	47.00	142.00	91.00	65.00	65.00	109.0
581	a28	48.00	146.00	83.00	59.00	64.00	101.0
582	a28	45.00	145.00	84.00	63.00	60.00	103.0
583	a29	33.00	142.00	30.00	68.00	46.00	121.0
584	a29	36.00	142.00	30.00	71.00	46.00	119.0
585	a29	30.00	142.00	30.00	66.00	48.00	121.0
586	a29	36.00	145.00	29.00	70.00	47.00	122.0
587	a29	36.00	144.00	25.00	65.00	47.00	117.0
588	a29	35.00	136.00	28.00	67.00	45.00	122.0
589	a29	32.00	143.00	29.00	69.00	46.00	121.0
590	a29	34.00	144.00	25.00	65.00	47.00	116.0
591	a29	35.00	142.00	29.00	66.00	45.00	116.0
592	a29	36.00	145.00	25.00	66.00	46.00	117.0
593	a29	37.00	145.00	24.00	66.00	47.00	119.0
594	a29	35.00	145.00	24.00	64.00	48.00	115.0
595	a29	38.00	145.00	25.00	65.00	46.00	116.0
596	a29	34.00	144.00	24.00	66.00	47.00	116.0
597	a29	36.00	144.00	28.00	68.00	46.00	116.0
598	a29	36.00	142.00	29.00	68.00	47.00	127.0
599	a29	35.00	145.00	24.00	67.00	47.00	113.0
600	a29	34.00	142.00	30.00	66.00	45.00	119.0
601	a29	32.00	144.00	24.00	64.00	48.00	118.0
602	a29	37.00	142.00	29.00	67.00	46.00	120.0
603	a29	34.00	144.00	24.00	67.00	47.00	121.0
604	a29	37.00	142.00	30.00	70.00	44.00	123.0
605	a30	45.00	120.00	93.00	80.00	42.00	62.0
606	a30	47.00	126.00	88.00	80.00	39.00	58.0
607	a30	48.00	122.00	95.00	83.00	40.00	55.0
608	a30	45.00	122.00	91.00	78.00	40.00	59.0
609	a30	48.00	120.00	89.00	82.00	41.00	59.0
610	a30	47.00	118.00	87.00	83.00	38.00	60.0
611	a30	45.00	123.00	92.00	78.00	41.00	56.0
612	a30	46.00	122.00	97.00	83.00	42.00	53.0
613	a30	48.00	122.00	94.00	84.00	40.00	58.0
614	a30	47.00	121.00	95.00	87.00	40.00	60.0
615	a30	48.00	121.00	90.00	79.00	41.00	60.0
616	a30	52.00	121.00	92.00	83.00	39.00	57.0
617	a30	48.00	123.00	93.00	80.00	42.00	61.0
618	a30	52.00	121.00	95.00	84.00	40.00	55.0
619	a30	47.00	121.00	91.00	78.00	38.00	60.0
620	a30	48.00	140.00	96.00	83.00	38.00	63.0
621	a30	49.00	122.00	86.00	81.00	40.00	64.0
622	a30	42.00	122.00	88.00	78.00	43.00	54.0
623	a30	48.00	122.00	94.00	84.00	43.00	60.0
624	a30	49.00	126.00	95.00	83.00	44.00	66.0
625	a31	100.00	158.00	75.00	100.00	42.00	74.0
626	a31	96.00	144.00	78.00	101.00	35.00	75.0
627	a31	106.00	158.00	85.00	101.00	26.00	77.0
628	a31	99.00	159.00	84.00	99.00	43.00	76.0
629	a31	101.00	158.00	87.00	101.00	31.00	83.0
630	a31	109.00	160.00	85.00	101.00	27.00	76.0
631	a31	102.00	161.00	86.00	100.00	30.00	81.0
632	a31	103.00	161.00	89.00	104.00	31.00	80.0
633	a31	99.00	155.00	77.00	101.00	30.00	77.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

634	a31	103.00	159.00	86.00	104.00	33.00	79.0
635	a31	103.00	161.00	86.00	100.00	43.00	77.0
636	a31	107.00	160.00	92.00	104.00	26.00	79.0
637	a31	99.00	160.00	87.00	98.00	43.00	79.0
638	a31	104.00	159.00	92.00	104.00	34.00	82.0
639	a31	101.00	156.00	79.00	100.00	47.00	84.0
640	a31	103.00	157.00	76.00	103.00	44.00	78.0
641	a31	106.00	161.00	87.00	103.00	42.00	75.0
642	a31	105.00	162.00	83.00	101.00	34.00	75.0
643	a31	101.00	159.00	90.00	105.00	44.00	83.0
644	a32	125.00	162.00	106.00	145.00	82.00	98.0
645	a32	130.00	180.00	103.00	140.00	80.00	97.0
646	a32	129.00	178.00	109.00	146.00	82.00	100.0
647	a32	126.00	177.00	96.00	146.00	77.00	98.0
648	a32	121.00	177.00	99.00	148.00	77.00	98.0
649	a32	136.00	167.00	104.00	145.00	73.00	102.0
650	a32	136.00	175.00	106.00	145.00	71.00	104.0
651	a32	138.00	176.00	105.00	145.00	72.00	104.0
652	a32	108.00	127.00	97.00	140.00	90.00	91.0
653	a32	135.00	180.00	100.00	143.00	78.00	98.0
654	a32	141.00	178.00	106.00	145.00	76.00	105.0
655	a32	140.00	178.00	107.00	145.00	75.00	104.0
656	a32	138.00	174.00	107.00	145.00	72.00	105.0
657	a32	134.00	178.00	100.00	142.00	65.00	96.0
658	a32	124.00	170.00	109.00	140.00	82.00	98.0
659	a32	133.00	177.00	106.00	144.00	69.00	97.0
660	a32	132.00	180.00	108.00	146.00	82.00	102.0
661	a32	129.00	179.00	100.00	145.00	77.00	99.0
662	a32	133.00	180.00	96.00	145.00	76.00	96.0
663	a32	124.00	170.00	100.00	147.00	78.00	99.0
664	a32	122.00	157.00	97.00	146.00	78.00	89.0
665	a33	23.00	47.00	114.00	60.00	102.00	33.0
666	a33	24.00	57.00	115.00	62.00	103.00	34.0
667	a33	28.00	46.00	120.00	63.00	105.00	35.0
668	a33	29.00	63.00	122.00	68.00	105.00	36.0
669	a33	27.00	60.00	121.00	67.00	101.00	36.0
670	a33	26.00	45.00	120.00	62.00	106.00	32.0
671	a33	26.00	42.00	121.00	62.00	102.00	35.0
672	a33	30.00	44.00	117.00	66.00	101.00	30.0
673	a33	26.00	43.00	117.00	63.00	105.00	36.0
674	a33	27.00	52.00	112.00	66.00	100.00	33.0
675	a33	23.00	47.00	113.00	60.00	99.00	34.0
676	a33	28.00	45.00	119.00	65.00	102.00	36.0
677	a33	29.00	57.00	117.00	69.00	103.00	36.0
678	a33	28.00	53.00	120.00	70.00	103.00	32.0
679	a33	27.00	49.00	123.00	64.00	106.00	35.0
680	a33	27.00	43.00	122.00	67.00	107.00	34.0
681	a33	29.00	61.00	127.00	69.00	103.00	36.0
682	a33	28.00	45.00	128.00	65.00	104.00	36.0
683	a33	25.00	48.00	111.00	64.00	103.00	33.0
684	a33	26.00	48.00	113.00	63.00	100.00	36.0
685	a33	23.00	51.00	111.00	67.00	100.00	32.0
686	a34	95.00	161.00	101.00	101.00	88.00	112.0
687	a34	81.00	160.00	100.00	101.00	89.00	118.0
688	a34	90.00	162.00	103.00	103.00	88.00	110.0
689	a34	96.00	160.00	99.00	102.00	87.00	112.0
690	a34	93.00	162.00	105.00	101.00	91.00	111.0
691	a34	87.00	162.00	107.00	103.00	94.00	110.0
692	a34	92.00	162.00	108.00	107.00	94.00	115.0
693	a34	90.00	163.00	109.00	101.00	91.00	110.0
694	a34	89.00	140.00	116.00	108.00	108.00	111.0
695	a34	89.00	164.00	108.00	103.00	96.00	117.0
696	a34	85.00	164.00	109.00	103.00	96.00	116.0
697	a34	85.00	165.00	109.00	109.00	100.00	117.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

698	a34	101.00	163.00	104.00	107.00	90.00	119.0
699	a34	81.00	160.00	99.00	105.00	87.00	117.0
700	a34	99.00	162.00	109.00	102.00	95.00	114.0
701	a34	91.00	162.00	106.00	106.00	96.00	114.0
702	a34	89.00	163.00	107.00	104.00	92.00	119.0
703	a34	80.00	153.00	110.00	99.00	98.00	110.0
704	a34	87.00	157.00	105.00	103.00	96.00	111.0
705	a34	79.00	156.00	108.00	99.00	98.00	114.0
706	a34	89.00	162.00	108.00	101.00	97.00	115.0
707	a35	23.00	149.00	111.00	66.00	41.00	40.0
708	a35	23.00	155.00	109.00	66.00	43.00	41.0
709	a35	23.00	161.00	105.00	69.00	40.00	40.0
710	a35	24.00	156.00	106.00	66.00	42.00	38.0
711	a35	23.00	152.00	111.00	71.00	42.00	39.0
712	a35	24.00	158.00	112.00	69.00	43.00	41.0
713	a35	26.00	157.00	109.00	69.00	45.00	39.0
714	a35	24.00	157.00	105.00	65.00	41.00	37.0
715	a35	27.00	160.00	114.00	69.00	44.00	42.0
716	a35	25.00	158.00	111.00	65.00	41.00	37.0
717	a35	29.00	155.00	103.00	70.00	40.00	41.0
718	a35	25.00	156.00	101.00	69.00	39.00	38.0
719	a35	26.00	159.00	106.00	69.00	43.00	36.0
720	a35	25.00	152.00	108.00	68.00	44.00	40.0
721	a35	26.00	154.00	110.00	68.00	44.00	42.0
722	a35	24.00	155.00	107.00	67.00	44.00	39.0
723	a35	23.00	158.00	104.00	70.00	41.00	40.0
724	a35	26.00	160.00	107.00	73.00	45.00	38.0
725	a35	23.00	158.00	106.00	69.00	42.00	41.0
726	a35	27.00	160.00	114.00	72.00	45.00	42.0
727	a35	23.00	159.00	106.00	71.00	41.00	41.0
728	a36	79.00	130.00	108.00	63.00	76.00	127.0
729	a36	70.00	124.00	103.00	61.00	76.00	129.0
730	a36	81.00	138.00	113.00	62.00	76.00	131.0
731	a36	83.00	113.00	108.00	62.00	77.00	122.0
732	a36	77.00	129.00	106.00	61.00	75.00	128.0
733	a36	75.00	130.00	108.00	60.00	73.00	126.0
734	a36	77.00	125.00	105.00	60.00	73.00	126.0
735	a36	76.00	125.00	108.00	60.00	72.00	124.0
736	a36	79.00	148.00	111.00	65.00	74.00	133.0
737	a36	72.00	129.00	105.00	61.00	76.00	128.0
738	a36	85.00	115.00	104.00	62.00	78.00	126.0
739	a36	85.00	124.00	106.00	64.00	79.00	128.0
740	a36	74.00	132.00	103.00	63.00	78.00	131.0
741	a36	80.00	128.00	108.00	62.00	75.00	126.0
742	a36	70.00	123.00	107.00	60.00	75.00	123.0
743	a36	80.00	132.00	108.00	63.00	76.00	131.0
744	a36	77.00	125.00	103.00	60.00	77.00	127.0
745	a36	79.00	126.00	112.00	60.00	77.00	127.0
746	a36	84.00	108.00	105.00	59.00	79.00	125.0
747	a36	85.00	125.00	111.00	64.00	77.00	127.0
748	a36	78.00	131.00	111.00	61.00	75.00	125.0
749	a36	81.00	129.00	112.00	61.00	77.00	128.0
750	a37	57.00	83.00	67.00	106.00	78.00	117.0
751	a37	55.00	77.00	68.00	105.00	77.00	116.0
752	a37	56.00	75.00	66.00	94.00	72.00	118.0
753	a37	61.00	63.00	65.00	106.00	77.00	115.0
754	a37	54.00	83.00	71.00	94.00	75.00	118.0
755	a37	55.00	61.00	66.00	94.00	75.00	115.0
756	a37	55.00	64.00	65.00	94.00	75.00	117.0
757	a37	53.00	78.00	63.00	98.00	81.00	119.0
758	a37	62.00	61.00	67.00	105.00	77.00	115.0
759	a37	57.00	75.00	63.00	100.00	81.00	119.0
760	a37	54.00	85.00	67.00	100.00	77.00	118.0
761	a37	57.00	80.00	66.00	106.00	82.00	119.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

762	a37	51.00	85.00	66.00	106.00	82.00	123.00
763	a37	56.00	84.00	69.00	105.00	81.00	119.00
764	a37	60.00	81.00	68.00	107.00	80.00	117.00
765	a37	59.00	78.00	66.00	109.00	80.00	115.00
766	a37	56.00	85.00	70.00	106.00	80.00	119.00
767	a37	53.00	86.00	70.00	106.00	78.00	120.00
768	a37	55.00	59.00	66.00	103.00	74.00	115.00
769	a38	87.00	150.00	105.00	102.00	88.00	108.00
770	a38	74.00	135.00	101.00	98.00	88.00	101.00
771	a38	85.00	145.00	105.00	100.00	88.00	105.00
772	a38	86.00	146.00	107.00	102.00	89.00	108.00
773	a38	86.00	128.00	104.00	100.00	86.00	107.00
774	a38	79.00	128.00	107.00	95.00	85.00	103.00
775	a38	82.00	148.00	105.00	100.00	86.00	107.00
776	a38	92.00	153.00	112.00	100.00	87.00	109.00
777	a38	80.00	132.00	96.00	99.00	89.00	111.00
778	a38	92.00	138.00	112.00	101.00	90.00	102.00
779	a38	93.00	133.00	102.00	97.00	87.00	105.00
780	a38	87.00	152.00	102.00	103.00	90.00	109.00
781	a38	85.00	129.00	111.00	96.00	91.00	104.00
782	a38	100.00	134.00	103.00	99.00	87.00	103.00
783	a38	87.00	131.00	115.00	99.00	92.00	103.00
784	a38	80.00	145.00	101.00	98.00	88.00	104.00
785	a38	87.00	152.00	107.00	100.00	89.00	110.00
786	a38	94.00	148.00	105.00	101.00	89.00	111.00
787	a39	48.00	135.00	101.00	62.00	43.00	98.00
788	a39	46.00	138.00	102.00	62.00	44.00	97.00
789	a39	46.00	138.00	97.00	62.00	44.00	97.00
790	a39	46.00	137.00	98.00	57.00	45.00	93.00
791	a39	49.00	140.00	105.00	62.00	42.00	92.00
792	a39	50.00	137.00	105.00	61.00	44.00	96.00
793	a39	48.00	132.00	99.00	55.00	41.00	85.00
794	a39	47.00	140.00	106.00	62.00	44.00	93.00
795	a39	46.00	140.00	105.00	62.00	44.00	95.00
796	a39	49.00	136.00	106.00	63.00	43.00	96.00
797	a39	49.00	141.00	106.00	61.00	45.00	92.00
798	a39	48.00	140.00	106.00	63.00	45.00	97.00
799	a39	45.00	137.00	89.00	59.00	43.00	94.00
800	a39	49.00	141.00	106.00	57.00	42.00	92.00
801	a39	49.00	136.00	95.00	63.00	42.00	96.00
802	a39	51.00	142.00	109.00	62.00	43.00	95.00
803	a39	48.00	141.00	103.00	62.00	44.00	91.00
804	a39	46.00	139.00	93.00	60.00	41.00	93.00
805	a39	45.00	134.00	90.00	59.00	41.00	94.00
806	a39	49.00	136.00	95.00	60.00	41.00	96.00
807	a40	41.00	83.00	65.00	55.00	52.00	97.00
808	a40	46.00	83.00	65.00	55.00	54.00	97.00
809	a40	44.00	83.00	67.00	54.00	53.00	90.00
810	a40	45.00	84.00	68.00	55.00	53.00	97.00
811	a40	43.00	82.00	67.00	51.00	55.00	98.00
812	a40	44.00	83.00	68.00	54.00	52.00	94.00
813	a40	40.00	85.00	70.00	56.00	56.00	95.00
814	a40	44.00	83.00	63.00	55.00	54.00	88.00
815	a40	43.00	83.00	69.00	56.00	55.00	96.00
816	a40	45.00	82.00	70.00	56.00	55.00	91.00
817	a40	49.00	83.00	68.00	58.00	55.00	100.00
818	a40	45.00	83.00	67.00	56.00	55.00	98.00
819	a40	44.00	83.00	67.00	55.00	53.00	96.00
820	a40	43.00	82.00	66.00	55.00	54.00	99.00
821	a40	44.00	85.00	69.00	56.00	53.00	99.00
822	a40	44.00	82.00	71.00	53.00	57.00	97.00
823	a40	44.00	83.00	68.00	56.00	56.00	97.00
824	a40	43.00	84.00	68.00	54.00	53.00	98.00
825	a41	119.00	156.00	110.00	124.00	83.00	113.00

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

826	a41	125.00	164.00	110.00	126.00	76.00	111.0
827	a41	121.00	165.00	111.00	127.00	81.00	114.0
828	a41	121.00	165.00	109.00	127.00	81.00	116.0
829	a41	112.00	163.00	103.00	124.00	82.00	110.0
830	a41	107.00	150.00	110.00	125.00	86.00	107.0
831	a41	110.00	150.00	109.00	124.00	78.00	108.0
832	a41	106.00	163.00	104.00	122.00	81.00	109.0
833	a41	104.00	160.00	103.00	122.00	81.00	108.0
834	a41	123.00	165.00	109.00	127.00	81.00	117.0
835	a41	112.00	163.00	106.00	123.00	83.00	111.0
836	a41	105.00	164.00	106.00	123.00	84.00	106.0
837	a41	124.00	165.00	110.00	129.00	79.00	117.0
838	a41	124.00	164.00	111.00	126.00	81.00	118.0
839	a41	121.00	159.00	107.00	127.00	76.00	110.0
840	a41	106.00	165.00	109.00	127.00	84.00	110.0
841	a41	105.00	166.00	108.00	122.00	83.00	112.0
842	a41	122.00	164.00	106.00	126.00	81.00	112.0
843	a41	123.00	163.00	110.00	131.00	74.00	117.0
844	a41	124.00	164.00	110.00	126.00	83.00	114.0
845	a41	100.00	161.00	107.00	125.00	85.00	109.0
846	a42	126.00	92.00	129.00	123.00	84.00	96.0
847	a42	131.00	76.00	130.00	119.00	82.00	89.0
848	a42	130.00	78.00	125.00	108.00	78.00	90.0
849	a42	129.00	79.00	118.00	108.00	79.00	91.0
850	a42	125.00	89.00	124.00	109.00	81.00	92.0
851	a42	122.00	100.00	123.00	110.00	83.00	97.0
852	a42	120.00	86.00	121.00	111.00	80.00	87.0
853	a42	121.00	95.00	122.00	110.00	83.00	93.0
854	a42	122.00	94.00	129.00	112.00	84.00	95.0
855	a42	121.00	99.00	125.00	122.00	91.00	101.0
856	a42	135.00	75.00	120.00	109.00	85.00	90.0
857	a42	130.00	78.00	123.00	108.00	81.00	91.0
858	a42	130.00	81.00	132.00	120.00	89.00	92.0
859	a42	128.00	95.00	131.00	124.00	90.00	97.0
860	a42	133.00	78.00	130.00	117.00	82.00	92.0
861	a42	132.00	83.00	121.00	110.00	81.00	90.0
862	a42	127.00	101.00	134.00	122.00	92.00	98.0
863	a42	130.00	100.00	133.00	116.00	88.00	98.0
864	a42	129.00	104.00	134.00	115.00	91.00	98.0
865	a42	129.00	102.00	131.00	116.00	86.00	99.0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* DETECT.C for detect value and calculate specific value from
TIF file*/
/* 20 October 1992 */
/* Link with EGA_VGA.OBJ */
/* Compile in COMPACT MEMORY MODEL */

#include <graphics.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <string.h>
#include <dos.h>
#include <alloc.h>
#include <math.h>

#define MaxScanX 640
#define MaxScanY 480
#define ESC 0x1b
#define RIGHT 0x4d
#define LEFT 0x4b
#define UP 0x48
#define DOWN 0x50
#define PgDn 0x51
#define PgUp 0x49
#define HOME 0x47
#define END 0x4f
#define MONO 1
#define COLOR 0

typedef struct
{
    unsigned int tag_type,data_type;
    unsigned long tag_length,off_val;
} TAG;
typedef struct
{
    unsigned int byte_order,TIFF_ver;
    unsigned long IFD_offset;
} IFH;
int VDV[MaxScanX];
int VHV[MaxScanX];
int HHV[MaxScanY];
int HDV[MaxScanY];
int TypeScreen;
int wide;
int len;
int count_Pos;
int Scan_Flag =0;
int Menu_Flag =0;
int Mark_Flag =0;
int Graph_Flag=0;
int top,buttom,right,left;
int posX;
int posY;
int MaxY;
int MaxX;
char *data;
unsigned far *curx;
unsigned far *cury;
int ScaleMov;
int TCG_X,TCG_Y;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void lineX(int y);
void lineY(int x);
void valueX(void);
void valueY(void);
void erase(int lft,int right,int tp,int bttm);
void warnsound(void);
void Detect_value(int lft,int tp,int right,int bttm);
void screen(int x,int y,char data);
void drawgraphV(void);
void drawgraphH(void);
void drawmenu(void);
void put_image(void);
void ShowScale(int Scale);
void interrupt (*oldvect)();
void interrupt newint();
void Mark_VHV(void);
void Mark_HHV(void);
void Mark_Line(void);
void Mark_Char(void);
void Mark_Blck(void);
void New_File(void);
void Move_cur(char Key);
void Clear_Error(int set_ptV,int set_ptH);
int Check_Crt(void);
void initial_value(void);
void Refresh_Display(void);
void Draw_Scan_Border(void);
void Message(char *sentence);
void EraseMsg(void);
int get_image(char *filename);
int Get_Bit(int x,int y);
int Test_Bit(int bit_no,char source);
char *ask_value(int MaxStr);
void Cursor(int x,int y);
void Draw_Cursor(void);

void initial_value()
{
    register int i;

    for( i =0; i < MaxScanX; i++)
    {
        VHV[i] =0;
        VDV[i] =0;
    }
    for( i =0; i < MaxScanY; i++)
    {
        HHV[i] =0;
        HDV[i] =0;
    }
}

void Draw_Cursor()
{
    unsigned sizex,sizy;

    moveto(0,0);
    lineto(MaxX,0);
    moveto(0,0);
    lineto(0,MaxY);
    sizex =(unsigned)imagesize(0,0,MaxX,0);
    sizy =(unsigned)imagesize(0,0,0,MaxY);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    curx =(unsigned far *)farmalloc(sizeof);
    cury =(unsigned far *)farmalloc(sizeof);
    getimage (0,0,MaxX,0,curx);
    getimage (0,0,0,MaxY,cury);
    erase (0,MaxX,0,1);
    erase (0,1,0,MaxY);
moveto (0,MaxScanY);
    lineto (0,0); /* draw border of scanning */
    lineto (MaxScanX,0);
    lineto (MaxScanX,MaxScanY); /* border start at 0,0 */
    lineto (0,MaxScanY);
    Cursor (0,0);
}
void Cursor(int x,int y)
{
    putimage (0,y,curx,XOR_PUT);
    putimage (x,0,cury,XOR_PUT);
}
void Move_cur(char key)
{
    int borderX,borderY;

    borderX =(MaxScanX < wide)? MaxScanX:(int)wide;
    borderY =(MaxScanY < len)? MaxScanY:(int)len;

    switch (key){
        case RIGHT:
            if( posX+ScaleMov < borderX)
            {
                Cursor (posX,posY);
                posX+=ScaleMov;
                Cursor (posX,posY);
                valueY();
            }
            break;
        case LEFT:
            if( posX-ScaleMov > 0)
            {
                Cursor (posX,posY);
                posX-=ScaleMov;
                Cursor (posX,posY);
                valueY();
            }
            break;
        case UP:
            if( posY-ScaleMov > 0)
            {
                Cursor (posX,posY);
                posY-=ScaleMov;
                Cursor (posX,posY);
                valueX();
            }
            break;
        case DOWN:
            if( posY+ScaleMov < borderY)
            {
                Cursor (posX,posY);
                posY+=ScaleMov;
                Cursor (posX,posY);
                valueX();
            }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        break;
    case PgDn:
        if( ScaleMov > 1)
            ShowScale(--ScaleMov);
        break;
    case PgUp:
        ShowScale(++ScaleMov);
        break;
    case HOME:
        Cursor(posX,posY);
        posX =0;
        posY =0;
        Cursor(posX,posY);
        valueX();
        valueY();
        break;
    case END:
        Cursor(posX,posY);
        posX =borderX;
        posY =borderY;
        Cursor(posX,posY);
        valueX();
        valueY();
        break;
    }
}
void lineX(int y)
{
    setlinestyle(DASHED_LINE,0,NORM_WIDTH);
    moveto(0,y);
    lineto(MaxScanX,y);
    setlinestyle(SOLID_LINE,0,NORM_WIDTH);
}
void lineY(int x)
{
    setlinestyle(DASHED_LINE,0,NORM_WIDTH);
    moveto(x,0);
    lineto(x,MaxScanY);
    setlinestyle(SOLID_LINE,0,NORM_WIDTH);
}
void valueY() /* show VDV and VHV */
{
    char vhv[6],vdv[6];

    /* erase old value */
    erase(MaxX/3,MaxX/3+24,MaxY*21/25,MaxY*23/25+10);
    itoa(VHV[posX],vhv,10);
    itoa(VDV[posX],vdv,10);
    outtextxy(MaxX/3,MaxY*23/25,vdv); /* show new value
*/
    outtextxy(MaxX/3,MaxY*21/25,vhv);
}
void valueX() /* show HHV and HDV */
{
    char hhv[6],hdv[6];

    /* erase old value */
    erase(MaxX*11/14,MaxX*11/14+24,MaxY*21/25,MaxY*23/25+10);
    itoa(HHV[posY],hhv,10);
    itoa(HDV[posY],hdv,10);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        outtextxy(MaxX*11/14,MaxY*23/25,hdv);          /* show new
value */
        outtextxy(MaxX*11/14,MaxY*21/25,hhv);
    }
void ShowScale(int Scale) /* Show Scale of cursor move from 1 to
10 */
{
    char Cscale[3];

    itoa(Scale,Cscale,10);
    outtextxy(MaxX*12/14,MaxY*21/25,"< Scale >");
    erase(MaxX*14/15,MaxX*14/15+24,MaxY*23/25,MaxY*23/25+8);
    outtextxy(MaxX*14/15,MaxY*23/25,Cscale);
}
void erase(int lft,int right,int tp,int bttm) /* erase screen in area
*/
{
    register int i,j;

    for( i =lft; i <=right; i++)
        for( j =tp; j <=bttm; j++)
            putpixel(i,j,0);
}
void warnsound() /* sound when occur some error
*/
{
    sound(700);
    delay(100);
    nosound();
}
void Detect_value(int lft,int tp,int right,int bttm)
/* top and bottom mark area
*/
{
    register int i,j; /* mode 1 Calculate H */
    int count =0; /* mode 2 Calculate V */
    long sum1 =0,
        sum2 =0;

    for( j =tp;j <bttm; j++)
    {
        for( i =lft; i <right; i++)
        {
            if( Get_Bit(i,j)) /* Get_Bit use co-ordinate 0,0
*/
            {
                count++; /* count pixel */
                sum1+=i+1; /* use calculate CG. */
                sum2++;
            }
        }
        HHV[j] = count; /* get HHV */
        if( j == 0 ) /* if first (top)
*/
            HDV[j] = 0;
        else
            HDV[j] = HHV[j] - HHV[j-1]; /* get HDV */
        count =0;
    }
    TCG_X =(sum2 !=0) ?(int) (sum1/sum2)-lft:0;
    sum1 =0;
    sum2 =0;
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    for( i =lft; i <rght; i++)      /* for VDV and VHV same HHV
and HDV*/
    {
        for( j =tp; j <bttm; j++)
        {
            if( Get_Bit(i,j))
            {
                count++;
                sum1+=j+1;
                sum2++;
                /* count pixel */
                /* use calculate CG. */
            }
        }
        VHV[i] = count;
        if( i == 0 )
            VDV[i] = 0;
        else
            VDV[i] = VHV[i] - VHV[i-1];
        count =0;
    }
    TCG_Y =(sum2 !=0)? (int)(sum1/sum2)-tp:0;
}
int Get_Bit(int x,int y)
{
    char far *trvs =NULL;
    int bit_no;

    trvs = data;
    trvs += y*(int)((wide+7)/8);
    trvs += (int)(x/8);
    bit_no = x % 8;
    return(Test_Bit(7-bit_no,*trvs));
}
int Test_Bit(int bit_no,char source)
{
    int mark = 1;

    mark <= bit_no;
    return(((mark&=source)!=0)? 1:0);
}
int Check_Crt()
{
    char far *ram =(char far *)0x00400049L;

    if( *(ram) == 7)
        return(MONO);
    else
        return(COLOR);
}
void screen(int x,int y,char data)      /* put pixel at position x,y
*/
{
    char far *v_ram;
    function start from*/
    long Row_v_ram = 0;
    monitor*/
    long dis_p = 0;
    begin */
    int test_scan;
    int MaxX;
    /* this
    /* position 0,0 on
    /* in program coordinate
    /* at 1,1 */

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* calculate address of position (x,y) of monitor in video ram
*/
MaxX = getmaxx();
if(TypeScreen)
{
    v_ram = (char far *)0xB0000000L;
    test_scan = y % 4; /* test No. scan */
    if( test_scan == 0 ) /* the
first line */
        Row_v_ram += 0x6000 + ((int)(y / 4) - 1)*0x5A;
    else
        Row_v_ram += (test_scan - 1)*0x2000 + ((int)(y/4))*0
x5A;
    dis_p = (long)Row_v_ram + x;
}
else{
    v_ram = (char far *)0xA0000000L;
    dis_p = (long) ((MaxX+1)/8) * (long) (y) + (long) (x);
}
*(char far *) ((long)v_ram + dis_p) = data; /* sent data to
video ram */
}
int get_image(char *fname) /* read image TIF format from disk
*/
{
    long dat_offset;
    register int i;
    size_t isize;
    FILE *in;
    unsigned int num_tag;
    TAG *tag_info=NULL, *tag_ptr=NULL;
    IFH *ifh_info=NULL;
    char *tdata;

    if ((in=fopen(fname, "r+b"))==NULL)
    {
        gotoxy(1,1);
        printf("\n Can't open input file");
        getch();
        exit(1);
    }
    fseek(in,0,SEEK_SET);
    fread(ifh_info,sizeof(IFH),1,in);
    fseek(in,ifh_info->IFD_offset,SEEK_SET);
    fread(&num_tag,sizeof(unsigned int),1,in);
    tag_info = (TAG *)calloc(num_tag,sizeof(TAG));
    if(tag_info==NULL)
    {
        gotoxy(1,1);
        printf("Out of memory ");
        getch();
        closegraph();
        exit(1);
    }
    tag_ptr=tag_info;
    fread(tag_info,sizeof(TAG),num_tag,in);
    for(i=0;i<num_tag;i++,tag_ptr++)
    {
        if((tag_ptr->tag_type)==0x100) wide=(int)tag_ptr->
off_val;
        if((tag_ptr->tag_type)==0x101) len =(int)tag_ptr->
off_val;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    if((tag_ptr->tag_type)==0x111) dat_offset = tag_ptr->
off_val;
    if((tag_ptr->tag_type)==0x117) isize=(size_t)tag_ptr->
off_val;
    }
    free(tag_info);
    data=(char *) malloc((size_t)isize);
    fseek(in,dat_offset,SEEK_SET);
    fread(data,1,isize,in);
    tdata = data;
    for( i =0; i <isize; i++)                /* inverse data */
    {
        *tdata = ~*(tdata);
        tdata++;
    }
    fclose(in);
    return(1);
}
void put_image()
{
    char *tdata =NULL;
    register int i,j;
    unsigned char Mark =0xFF;
    int LoopX;
    int LastX;

    tdata = data;
    LoopX = (wide+7)/8;
    LastX = (MaxX+7)/8;
    for( j =0; j <len; j++)
        if( j <=MaxY) /* test border of scan */
            for( i =0; i < LoopX; i++)
            {
                if( i < LastX )
                {
                    screen(i,j,0);
                    if(i == LoopX-1)
                    {
                        Mark <=(8-wide%8);
                        (*tdata) &=Mark;
                        Mark = 0xFF;
                    }
                    screen(i,j,*tdata); /* put image by one
byte */
                }
                tdata++; /* image start
at 2,2 */
            }
}
void drawgraphV() /* draw graph VHV and VDV */
{
    register int i;

    for( i =1; i < wide; i++) /* graph VDV */
    {
        erase(i,i,MaxScanY+10,300);
        /*putpixel(i,192-VDV[i],1); /* draw graph VDV */
        putpixel(i,230-VHV[i],1); /* draw graph VHV */
        if( i >= 2)
        {
            /*if( VDV[i] > VDV[i-1] )

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    {
        moveto(i,192-VDV[i]);
        lineto(i,192-VDV[i-1]);
    }else
    {
        moveto(i-1,192-VDV[i-1]);
        lineto(i-1,192-VDV[i]);
    }*/
    if( VHV[i] >= VHV[i-1] )
    {
        moveto(i,230-VHV[i]);
        lineto(i,230-VHV[i-1]);
    }else
    {
        moveto(i-1,230-VHV[i-1]);
        lineto(i-1,230-VHV[i]);
    }
}
}
/*outtextxy(MaxScanX+50+10,190,"VDV");*/
outtextxy(wide+50+10,230,"VHV");
Graph_Flag =1;
}
void drawgraphH() /* draw graph HHV and HDV */
{
    register int i;
    for( i =1; i < len; i++)
    {
        erase(MaxScanX+10,MaxX+1,i,i);
        /*putpixel(HDV[i]+400,i,1); /* draw graph HDV */
        putpixel(HHV[i]+400,i,1); /* draw graph HHV */
        if( i >= 2)
        {
            /*if( HDV[i] > HDV[i-1] )
            {
                moveto(HDV[i]+400,i);
                lineto(HDV[i-1]+400,i);
            }else
            {
                moveto(HDV[i-1]+400,i-1);
                lineto(HDV[i]+400,i-1);
            }*/
            if( HHV[i] >= HHV[i-1] )
            {
                moveto(HHV[i]+400,i);
                lineto(HHV[i-1]+400,i);
            }else
            {
                moveto(HHV[i-1]+400,i-1);
                lineto(HHV[i]+400,i-1);
            }
        }
    }
}
/*outtextxy(486,MaxScanY+4,"HDV");*/
outtextxy(400,len+4,"HHV");
Graph_Flag =1;
}
void Draw_Scan_Border()
{
    setlinestyle(DOTTED_LINE,0,NORM_WIDTH);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    moveto(left-1,top-1);
    lineto(right+1,top-1);
    lineto(right+1,bottom+1);
    lineto(left-1,bottom+1);
    lineto(left-1,top-1);
    setlinestyle(SOLID_LINE,0,NORM_WIDTH);
}
void Refresh_Display()
{
    erase(1,7,1,MaxScanY-1); /* erase begin of image(data between
first byte)*/
    if(wide< MaxScanX )
        erase((int)wide+1,MaxScanX-1,1,MaxScanY-1);
    if(len < MaxScanY )
        erase(1,MaxScanX-1,(int)len+1,MaxScanY-1);
    erase(0,MaxScanX +15,MaxScanY +2,MaxScanY +10); /* erase mark
vhv */
    erase(MaxScanX +2,MaxScanX +25,2,MaxScanY +4); /* erase mark
hhv */
    put_image();
    moveto(0,MaxScanY);
    lineto(0,0); /* draw border of scanning */
    lineto(MaxScanX,0);
    lineto(MaxScanX,MaxScanY); /* border start at 0,0 */
    lineto(0,MaxScanY);
    Draw_Scan_Border();
    Mark_Flag =0;
}
void drawmenu()
{
    int begx,begy;
    begx =MaxX*3/4+25;
    begy =MaxY/2;
    outtextxy(begx,begy,"<<< MENU >>>");
    moveto(begx-35,begy+10);
    lineto(begx+135,begy+10);
    lineto(begx+135,begy+146);
    lineto(begx-35,begy+146);
    lineto(begx-35,begy+10);
    moveto(begx-35,begy+124);
    lineto(begx+135,begy+124);
    outtextxy(begx-25,begy+20,"Mark vhv");
    outtextxy(begx-25,begy+33,"mArk hhv");
    if(Menu_Flag==0)
    {
        outtextxy(begx-25,begy+46,"mark each Line ");
        outtextxy(begx-25,begy+59,"mark each Char.");
    }else
    {
        outtextxy(begx-25,begy+46,"clear errOr ");
        outtextxy(begx-25,begy+59,"draw update Graph");
    }
    outtextxy(begx-25,begy+72,"mark new Block");
    outtextxy(begx-25,begy+85,"load New file");
    outtextxy(begx-25,begy+98,"move To cg");
    outtextxy(begx-25,begy+111,"Remove all mark");
    outtextxy(begx-25,begy+150,".....othor press / ");
}
void Message(char *sentence)
{

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
 ไม่ว่าจะกรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        outtextxy(MaxX*3/4-5,MaxY/2+132,sentence);
    }
void EraseMsg()
{
    delay(100);
    erase(MaxX*3/4-5,MaxX*3/4+150,MaxY/2+132,MaxY/2+145);
}
void Mark_VHV()
{
    int value;
    register int i;
    char *cvalue="    ";

    Message(" Enter value : ");
    if( (value =atoi(ask_value(5))) != 0 )
    {
        EraseMsg();
        for( i =0; i <MaxScanX; i++)
            if( VHV[i] == value )
            {
                lineY(i);
                outtextxy(i,MaxScanY+2,itoa(value,cvalue,10))
;
                Mark_Flag =1;
            }
    }
}
void Mark_HHV()
{
    register int i;
    int value;
    char *cvalue="    ";

    Message(" Enter value : ");
    if( (value =atoi(ask_value(5))) != 0 )
    {
        EraseMsg();
        for( i =0; i <MaxScanY; i++)
            if( HHV[i] == value )
            {
                lineX(i);
                outtextxy(MaxScanX+2,i+1,itoa
(value,cvalue,10));
                Mark_Flag =1;
            }
    }
}
void Mark_Line()
{
    register int i;
    char *cvalue="    ";

    for( i =1; i < MaxScanY; i++)
        if( (HHV[i-1] == 0 && HHV[i] != 0)|| (HHV[i] == 0 && HHV
[i-1] != 0) )
        {
            lineX(i);
            outtextxy(MaxScanX+2,i+1,itoa(HDV[i],cvalue,10) );
            Mark_Flag =1;
        }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void Mark_Char()
{
    register int i;
    char *cvalue="  ";

    for( i =1; i <MaxScanX; i++)
        if( (VHV[i-1] == 0 && VHV[i] != 0) || (VHV[i] == 0 && VHV
[i-1] != 0) )
        {
            lineY(i);
            outtextxy(i,MaxScanY+2,itoa (VDV[i],cvalue,10) );
            Mark_Flag =1;
        }
}

void Mark_Blck()
{
    char key;
    register int i;

    for( i =0; i <2; i++)
    {
        if( i==0 )
            Message("* Mark 1st Point");
        else
            Message("* Mark 2nd Point");
        while( ((key = getch()) != '\r') && ( key != '\x1B' ) )
        {
            if( key == 0)
            {
                key = getch();
                Move_cur(key);
            }
        }
        EraseMsg();
        if(key == '\x1B' )
            break;
        if( i==0)
        {
            top = posY;
            left = posX;
            warnsound();
        }else
        {
            buttom = posY;
            right = posX;
            warnsound();
        }
    }
    Cursor(posX,posY);
    if( key != '\x1B' )
    {
        Draw_Scan_Border();
        erase(3,MaxScanX,250,280);
        outtextxy(50,260,"Detect Value. Please wait");
        count_Pos =255;
        oldvect = getvect(0x1c);
        setvect(0x1c,newint);
        initial_value();
        Detect_value(left,top,right,buttom);
        setvect(0x1c,oldvect);
        erase(50,MaxX,250,270);
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        drawmenu();
        drawgraphV();
        drawgraphH();
        posX =left;
        posY =top;
        Cursor(posX,posY);
        valueX();
        valueY();
    }
}
void New_File()
{
    char *fileme =" ";

    Cursor(posX,posY);
    Message(" File Name : ");
    if( (fileme = ask_value(13)) != 0 )
    {
        EraseMsg();
        strcat(fileme, ".tif");
        if(searchpath(fileme) !=NULL)
        {
            if(get_image(fileme) ==0)
                exit(1);
            initial_value();
            left = 1;
            top = 1;
            right = ( MaxScanX-1 < wide ) ? MaxScanX-1 :(int)
wide;
            buttom= ( MaxScanY-1 < len ) ? MaxScanY-1 :(int)
len;
            Refresh_Display();
            if(Graph_Flag ==1)
            {
                drawgraphV();
                drawgraphH();
            }
            Graph_Flag =0;
            Mark_Flag =0;
        }else
        {
            warnsound();
            Message(" File NOT Found ");
            delay(1000);
            EraseMsg();
        }
    }
    posX =left;          /* restore cursor */
    posY =top;
    Cursor(posX,posY);
    valueX();
    valueY();
}
void Clear_Error(int setpV,int setpH)
{
    register int i;

    for( i =left; i <=right; i++)
        if( i > 0 )
        {
            if( abs(VHV[i] - VHV[i-1]) < setpV )

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        VHV[i] = VHV[i-1];
        VDV[i] =VHV[i] - VHV[i-1];
    }
    for( i =top; i <=buttom; i++)
        if( i > 0)
        {
            if( abs(HHV[i] - HHV[i-1]) < setpH )
                HHV[i] = HHV[i-1] ;
            HDV[i] = HHV[i] - HHV[i-1];
        }
}
char *ask_value(int MaxStr)
{
    char cvalue = ' ';
    char *svalue =" ";
    char *value =" ";

    *value='\0';
    while( (cvalue =getch()) != '\r' && cvalue != '\x1B')
    {
        if( cvalue == '\b')
        {
            if(*value !='\0')
                value[strlen(value)-1]='\0';
            else
                continue;
        }else
        {
            if(strlen(value) == MaxStr)
                warnsound();
            else
            {
                if( (sprintf(svalue,"%c",cvalue)) == EOF )
                    exit(1);
                value = strcat(value,svalue);
            }
        }
        erase(MaxX*3/4+105,MaxX*3/4+155,MaxY/2+132,MaxY/2+145);
        outtextxy(MaxX*3/4+105,MaxY/2+132,value);
    }
    EraseMsg();
    if( cvalue == '\x1B')
        return(0);
    else
        return(value);
}
void interrupt newint()
{
    outtextxy(count_Pos++,260,">");
}
void main()
{
    char key;
    char *filename=" ";
    char path[] = "";
    int driver = DETECT,mode;
    int set_ptV,set_ptH;

    clrscr();
    /*if(registerbgidriver(EGAVGA_driver)<0) exit(1);*/
    ScaleMov = 1;

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

printf("\nEnter file name :");
scanf("%s",filename);
clrscr();
strcat(filename, ".tif");
if(searchpath(filename) ==NULL)
{
    printf("\nCan't find FILE: %s",filename);
    exit(1);
}
printf("\nWORKFILE NAME :%s",strupr(filename));
printf("\nPut Image .....");
if(get_image(filename) ==0)
    exit(1);
initgraph (&driver,&mode,path);
MaxX =getmaxx();
MaxY =getmaxy();
/*Draw_Cursor();*/
put_image();
left = 0;
top = 0;
right = ( MaxScanX < wide ) ? MaxScanX :(int)wide;
bottom= ( MaxScanY < len ) ? MaxScanY :(int)len;
outtextxy(50,260,"Detect Value. Please wait ");
count_Pos = 255;
oldvect = getvect(0x1c);
setvect(0x1c,newint);
Detect_value(left,top,right,bottom);
setvect(0x1c,oldvect);
erase(50,MaxX,250,270);
/*drawgraphV();*/
drawgraphH();
/*setlinestyle(SOLID_LINE,0,NORM_WIDTH);
Draw_Scan_Border();*/
/*outtextxy(5,MaxY*23/25,"Vertical Different Value:");
outtextxy(MaxX*3/7,MaxY*23/25,"Horizontal Diferrent Value:");
outtextxy(5,MaxY*21/25,"Vertical Histogram Value:");
outtextxy(MaxX*3/7,MaxY*21/25,"Horizontal Histogram Value:");
drawmenu();
ShowScale(1);*/
posX =left; /* cursor start at first point
of scan */
posY =top;
do{
    key =getch();
    if(key == 0)
    {
        key =getch();
        Move_cur(key);
    }else
        switch (toupper(key)){
            case 'M':
                Mark_VHV();
                break;
            case 'A':
                Mark_HHV();
                break;
            case 'C':
                Mark_Char();
                break;
            case 'L':
                Mark_Line();

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        break;
    case 'B':
        Mark_Blck();
        break;
    case 'N':
        New_File();
        break;
    case 'R':
        Cursor(posX,posY);
        Refresh_Display();
        posX =left;
        posY =top;
        Cursor(posX,posY);
        break;
    case 'O':
        Cursor(posX,posY);
        Message(" Set point V: ");
        set_ptV =atoi(ask_value(5));
        EraseMsg();
        Message(" Set point H: ");
        set_ptH =atoi(ask_value(5));
        EraseMsg();
        Clear_Error(set_ptV,set_ptH);
        drawgraphV();
        drawgraphH();
        posX =left;
        posY =top;
        Cursor(posX,posY);
        break;
    case 'G':
        Cursor(posX,posY);
        drawgraphV();
        drawgraphH();
        posX =left;
        posY =top;
        Cursor(posX,posY);
        break;
    case 'T':
        Cursor(posX,posY);
        posX =TCG_X+left;
        posY =TCG_Y+top;
        Cursor(posX,posY);
        break;
    case '/':
        erase(MaxX*3/4-5,MaxX*3/4+135,
MaxY/2+46,MaxY/2+68);
        Menu_Flag = !Menu_Flag;
        drawmenu();
        break;
    }
}while(key != ESC);
closegraph();
free(data);
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

/* CHARSPC.C    Check specification of character */
/* Updated 21 October 1992 */
/* Compile with Compact Model */
/* OCR project */

#include <stdio.h>
#include <alloc.h>
#include <math.h>
#include <graphics.h>
#include "charspc.h"

#define SCANWIDE 6 /***** THE WIDTH OF SCAN LINE *****/

int    *AVHV =NULL,
        *AHHV =NULL;
Value  *Char_lst =NULL,
        *Line_lst =NULL;
CharPos *Chp_lst =NULL;
CharSpc *Data_lst =NULL,
        *Data_trvs=NULL;

extern int len;
extern int wide;

void DetectValue(int mode,int lft,int tp,int right,int bttm);
void InitialValue(void);
void AllocVar(void);
void AllocErrmsg(void);
void interrupt (*oldvect)();
void interrupt newint();
void MakeCharlst(int lft,int tp,int right,int bttm);
void CheckCharlst(int mode);
void MarkLine(void);
void MarkChar(void);
void ScanAll(int lft,int tp,int right,int bttm);
void CheckValue(int lft,int tp,int right,int bttm);
void AutoCheck(char *filename);
void AddValue(Value **Head,Value **Curnt,int val);
void FreeChrData(CharSpc *lst);
void FreeValue(Value *lst);
void FreeCharPos(CharPos *lst);
CharSpc *MakeDataNode(void);

extern void Zoom(int lft,int tp,int right,int bttm,int DispX,int
DispY,float scaleX,float scaleY,int mode);
extern float Mean(int Histogram[],int TOTPixel);
extern float NormalHistogram(int Value,int TOTPixel);
extern float Variance(float mean,int Histogram[],int TOTPixel);
extern float Skewness(float mean,float variance,int Histogram[],int
TOTPixel);
extern float Kurtosis(float mean,float variance,int Histogram[],int
TOTPixel);
extern float Energy(int Histogram[],int TOTPixel);

void InitialValue()
{
    register int i;

    for( i =0; i < len; i++)
        AHHV[i] = 0;
    for( i =0; i < wide; i++)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        AVHV[i] = 0;
    }
void AllocVar()
{
    if( (AVHV = farmalloc((long)2*wide)) == NULL ) /* alloc
variable */
        AllocErrmsg();
    if( (AHHV = farmalloc((long)2*len)) == NULL)
        AllocErrmsg();
}
void AllocErrmsg()
{
    closegraph();
    printf("remain memory %d Kb", farcoreleft()/1024);
    printf("\n Allocation ** FAILE ** ");
    printf("\n Not enough Memory");
    printf("\n----PROGRAM TERMINATE---- \n\n");
    exit(1);
}
CharSpc *MakeDataNode()
{
    CharSpc *temp =NULL;

    if( (temp = farmalloc(sizeof(CharSpc)) ) == NULL )
        AllocErrmsg();
    temp->next =NULL;
    return(temp);
}
void FreeChrData(CharSpc *lst)
{
    CharSpc *temp =NULL;
    while(lst != NULL )
    {
        temp = lst->next;
        farfree(lst);
        lst = temp;
    }
}
void FreeCharPos(CharPos *lst)
{
    CharPos *temp =NULL;
    while(lst != NULL )
    {
        temp = lst->next;
        farfree(lst);
        lst = temp;
    }
}
void FreeValue(Value *lst)
{
    Value *temp =NULL;
    while(lst != NULL )
    {
        temp = lst->next;
        farfree(lst);
        lst = temp;
    }
}
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

void DetectValue(int mode,int lft,int tp,int right,int bttm)
{
    /* top and bottom mark area
    */
    register int i,j;
    int count =0;
    /* mode 1 Calculate H */
    /* mode 2 Calculate V */

    if( mode == 1 || mode == 3 )
        for( j =tp;j <bttm; j++)
        {
            for( i =lft; i <right; i++)
                if( GetBit(i,j)==1 ) /* Get_Bit use co-
ordinate 1,1 */
                    count++;
            AHHV[j] = count;
            count =0;
            /* count pixel */
            /* get HHV */
        }
    if( mode == 2 || mode == 3 )
        for( i =lft; i <right; i++) /* for VDV and VHV same
HHV and HDV*/
        {
            for( j =tp; j <bttm; j++)
                if( GetBit(i,j)==1 )
                    count++;
            /* count pixel
            */
            AVHV[i] = count;
            count =0;
        }
}
void MakeCharlst(int lft,int tp,int right,int bttm)
{
    CharPos *temp =NULL,
    *trvs =NULL;
    MarkLine();
    while(Line_lst != NULL)
    {
        tp = Line_lst->Val;
        Line_lst = Line_lst->next;
        bttm = Line_lst->Val;
        lft =0;
        right=wide-1;
        InitialValue();
        DetectValue(2,lft, tp, right,bttm);
        MarkChar();
        while(Char_lst != NULL)
        {
            lft = Char_lst->Val;
            Char_lst = Char_lst->next;
            right = Char_lst->Val;
            if( (temp = farmalloc(sizeof(CharPos))) == NULL )
            {
                AllocErrmsg();
                exit(1);
            }
            temp->next = NULL;
            if( Chp_lst == NULL )
            {
                trvs = temp;
                Chp_lst = trvs;
            }
            }else
            {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        trvs->next = temp;
        trvs = trvs->next;
    }
    trvs->right = right;
    trvs->left = left;
    trvs->tp = tp;
    trvs->bttm = bttm;
    if(Char_lst->next == NULL)
        trvs->EndOfLine =1;
    else
        trvs->EndOfLine =0;
    Char_lst = Char_lst->next;
}
FreeValue(Char_lst);
Line_lst = Line_lst->next;
}
FreeValue(Line_lst);
}
void CheckCharlst(int mode) /* mode 0 for check line */
{ /* mode 1 for check char */
    CharPos *trvs =NULL;
    CharPos *prev =NULL;
    CharPos *temp =NULL;
    CharPos *head =NULL;
    CharPos *trvs2=NULL;
    Value *trvs3=NULL;
    int lft,tp,right,bttm;
    int EndOfLine;

    trvs = Chp_lst;
    while( trvs != NULL )
    {
        tp = trvs->tp;
        lft= trvs->left;
        bttm = trvs->bttm;
        right = trvs->right;
        EndOfLine =trvs->EndOfLine;
        InitialValue();
        if(mode)
        {
            DetectValue(2,lft,tp,right,bttm);
            MarkChar();
            trvs3 = Char_lst;
        }
        else
        {
            DetectValue(1,lft,tp,right,bttm);
            MarkLine();
            trvs3 = Line_lst;
        }
        while(trvs3 != NULL)
        {
            if( (temp = farmalloc(sizeof(CharPos))) == NULL )
            {
                AllocErrmsg();
                exit(1);
            }
            temp->next = NULL;
            if( head == NULL )
            {
                trvs2 = temp;
                head = trvs2;
            }
        }
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

    }else
    {
        trvs2->next = temp;
        trvs2 = trvs2->next;
    }
    if(mode)
    {
        trvs2->tp = tp;
        trvs2->btm = btm;
        trvs2->lft = trvs3->Val;
        trvs3
        = trvs3->next;
        trvs2->rght = trvs3->Val;
    }else
    {
        trvs2->rght = rght;
        trvs2->lft = lft;
        trvs2->tp = trvs3->Val;
        trvs3
        = trvs3->next;
        trvs2->btm = trvs3->Val;
    }
    trvs2->EndOfLine =EndOfLine;
    trvs3
    = trvs3->next;
}
trvs2->next = trvs->next;
(mode) ? FreeValue(Char_lst):FreeValue(Line_lst);
if( prev == NULL)
    Chp_lst = head;
else
    prev->next =head;
farfree(trvs);
trvs =trvs2;
prev =trvs;
head =NULL;
trvs =trvs->next;
}
}
void MarkLine()
{
    register int i;
    Value *trvs =NULL;

    Line_lst =NULL;
    if(AHHV[0]!=0)
        AddValue(&Line_lst,&trvs,0);
    for( i =1; i <len; i++)
        if((AHHV[i-1]==0&&AHHV[i]!=0) || (AHHV[i]==0&&AHHV[i-1]!
=0))
            AddValue(&Line_lst,&trvs,i);
    if(AHHV[len-1]!=0)
        AddValue(&Line_lst,&trvs,len-1);
}
void MarkChar()
{
    register int i;
    Value *trvs =NULL;

    Char_lst =NULL;
    if(AVHV[0]!=0)
        AddValue(&Char_lst,&trvs,0);
    for( i =1; i <wide; i++)

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        if ((AVHV[i-1]==0&&AVHV[i]!=0) || (AVHV[i]==0&&AVHV[i-1]!
=0))
            AddValue(&Char_lst,&trvs,i);
        if(AVHV[wide-1]!=0)
            AddValue(&Char_lst,&trvs,wide-1);
    }
void AddValue(Value **Head,Value **Curnt,int val)
{
    Value *temp =NULL;

    if( (temp = farmalloc(sizeof(Value))) == NULL )
    {
        AllocErrmsg();
        exit(1);
    }
    temp->next = NULL;
    if( *Head == NULL )
    {
        *Curnt = temp;
        *Head = *Curnt;
    }else{
        (*Curnt)->next = temp;
        (*Curnt) =(*Curnt)->next;
    }
    (*Curnt)->Val = val;
}

void AutoCheck(char *filename)
{
    /* FILE *fp; 'RoboCRAB */
    FILE *pfp[6];
    int lft,tp,right,bttm;
    unsigned int color;
    register int i,j;
    CharSpc *temp =NULL;
    unsigned char buf =0x00;
    unsigned char mark=0x80;
    int VHV[32]; /* Scan top to bottom */
    int HHV[32]; /* Scan left To right */
    int HHVLR[32]; /* Scan half left to right */
    int HHVRL[32]; /* Scan half right tot left */
    int VHVTB[32]; /* Scan half top to bottom */
    int VHVBT[32]; /* Scan half bottom to top */
    int maxVHV ;
    int maxHHV ;
    int maxVHVTB ;
    int maxVHVBT ;
    int maxHHVLR ;
    int maxHHVRL ;

    char outname[40];
    char oldname[40];
    char FileName[40];
    farfree(AVHV); /* free unused variable */
    farfree(AHHV);

    strcpy(outname,filename);
    strcat(outname,".his");
    for(i=0; i<6; i++) {
        sprintf(FileName,"%s.%dHI",filename,i);
        if((pfp[i]=fopen(FileName,"a"))==NULL) {

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        perror("Open file error");    exit(1);
    }
}
if(searchpath(filename) != NULL)
{
    strcpy(oldname, filename);
    strcat(oldname, ".OLD");
    unlink(oldname);
    rename(outname, oldname);
}
/* if((fp=fopen(outname, "a"))==NULL)
{
    printf("Open file Error");
    return;
}
*/
/* if((fp=fopen("HISTO.DAT", "w"))==NULL)
    exit(1);
*/

rectangle(298,298,334,334);
while(Chp_lst != NULL )
{
    tp =Chp_lst->tp;
    bttm =Chp_lst->bttm;
    lft =Chp_lst->lft;
    right =Chp_lst->right;

    Erase(300,300,331,331);
    Zoom(lft, tp, right, bttm, 300, 300, (float)32/(float)(right-
lft), (float)32/(float)(bttm-tp), 1);
    temp =MakeDataNode();
    if( Data_lst == NULL )
    {
        Data_trvs = temp;
        Data_lst = Data_trvs;
    }else{
        Data_trvs->next = temp;
        Data_trvs = Data_trvs->next;
    }
    Data_trvs->EndOfLine = Chp_lst->EndOfLine;
    Data_trvs->posL =lft;
    Data_trvs->posR =right;
    Data_trvs->posT =tp;
    Data_trvs->posB =bttm;
    Data_trvs->AREA1=0;
    Data_trvs->AREA2=0;
    Data_trvs->AREA3=0;
    Data_trvs->AREA4=0;
    Data_trvs->AREA5=0;
    Data_trvs->AREA6=0;

    for( i =0; i <32; i++)
    {
        VHV[i] =0;
        HHV[i] =0;
        VHVTB[i] =0;
        VHVB[T[i] =0;
        HHVLR[i] =0;
        HHVRL[i] =0;
    }
}

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ตัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

maxVHV =0;
maxHHV =0;
maxVHVtB =0;
maxVHVbT =0;
maxHHVLR =0;
maxHHVRL =0;

/* scan image from lft to right and top to bottom
   get histogram value and area */

for( i =0; i <32; i++)
  for( j =0; j <32; j++)
  {
    color =(getpixel(300+j,300+i)==BLACK)? 0: 1;
    if(color)
    {
      buf |= mark;                               /* get image */
      VHV[j]++;
      HHV[i]++;
      if( i < 16)
        VHVtB[j]++;
      else
        VHVbT[j]++;
      if( j <16)
        HHVLR[i]++;
      else
        HHVRL[i]++;
    }
    /* get image */
    mark >= 1;
    if(mark ==0) /* ready 8 bit */
    {
      Data trvs->data[i][j/8] =buf;
      PutByte(400+j/8,300+i,buf);
      buf = 0x00;
      mark = 0x80;
    }
  }

/* for output histogram to file */
fprintf(fp,"nVHV\n"); /*
for( i =0; i <32;i++)
{
  maxVHV += VHV[i];
  fprintf(pfp[0]," %d",VHV[i]);
}

/*
fprintf(pfp[j],"nHHV\n"); /*
for( i =0; i <32;i++)
{
  maxHHV += HHV[i];
  fprintf(pfp[1]," %d",HHV[i]);
}

/*
fprintf(pfp[j],"nVHVtB\n"); /*
for( i =0; i <32;i++)
{
  maxVHVtB += VHVtB[i];
  fprintf(pfp[2]," %d",VHVtB[i]);
}

```

```

/*      fprintf(pfp[j], "\nVHVBT\n");  */
for( i =0; i <32;i++)
{
    maxVHVBT += VHVBT[i];
    fprintf(pfp[3], " %d",VHVBT[i]);
}

/*      fprintf(pfp[j], "\nHHVRL\n");  */
for( i =0; i <32;i++)
{
    maxHHVRL += HHVRL[i];
    fprintf(pfp[4], " %d",HHVRL[i]);
}

/*      fprintf(pfp[j], "\nHHVLR\n");  */
for( i =0; i <32;i++)
{
    maxHHVLR += HHVLR[i];
    fprintf(pfp[5], " %d",HHVLR[i]);
}

for(i=0; i<6; i++)          /* 'RoboCRAB      */
    fprintf(pfp[i], "\n");

/* -----*/
for( i =0; i <SCANWIDE; i++)
{
    Data_trvs->AREA1+=VHV[i];
    Data_trvs->AREA2+=VHV[(31-SCANWIDE)+i];
    Data_trvs->AREA3+=HHV[i];
    Data_trvs->AREA4+=HHV[(31-SCANWIDE)+i];
    Data_trvs->AREA5+=VHV[16-(SCANWIDE/2)+i];
    Data_trvs->AREA6+=HHV[16-(SCANWIDE/2)+i];
}

Data_trvs->MeanVHV=Mean (VHV, maxVHV);
Data_trvs->VarVHV=Variance (Data_trvs->MeanVHV, VHV, maxVHV)
;
Data_trvs->SkewVHV=Skewness (Data_trvs->MeanVHV, Data_trvs->
VarVHV, VHV, maxVHV);
Data_trvs->KurVHV=Kurtosis (Data_trvs->MeanVHV, Data_trvs->
VarVHV, VHV, maxVHV);
Data_trvs->EnerVHV=Energy (VHV, maxVHV);

Data_trvs->MeanHHV=Mean (HHV, maxHHV);
Data_trvs->VarHHV=Variance (Data_trvs->MeanHHV, HHV, maxHHV)
;
Data_trvs->SkewHHV=Skewness (Data_trvs->MeanHHV, Data_trvs->
VarHHV, HHV, maxHHV);
Data_trvs->KurHHV=Kurtosis (Data_trvs->MeanHHV, Data_trvs->
VarHHV, HHV, maxHHV);
Data_trvs->EnerHHV=Energy (HHV, maxHHV);

Data_trvs->MeanHHVLR=Mean (HHVLR, maxHHVLR);
Data_trvs->VarHHVLR=Variance (Data_trvs->
MeanHHVLR, HHVLR, maxHHVLR);
Data_trvs->SkewHHVLR=Skewness (Data_trvs->
MeanHHVLR, Data_trvs->VarHHVLR, HHVLR, maxHHVLR);
Data_trvs->KurHHVLR=Kurtosis (Data_trvs->
MeanHHVLR, Data_trvs->VarHHVLR, HHVLR, maxHHVLR);
Data_trvs->EnerHHVLR=Energy (HHVLR, maxHHVLR);

```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้拿去ใช้ประโยชน์ด้านการค้า
ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```

        Data_trvs->MeanHHVRL=Mean (HHVRL,maxHHVRL) ;
        Data_trvs->VarHHVRL=Variance (Data_trvs-
>MeanHHVRL, HHVRL,maxHHVRL) ;
        Data_trvs->SkewHHVRL=Skewness (Data_trvs-
>MeanHHVRL, Data_trvs->VarHHVRL, HHVRL,maxHHVRL) ;
        Data_trvs->KurHHVRL=Kurtosis (Data_trvs-
>MeanHHVRL, Data_trvs->VarHHVRL, HHVRL,maxHHVRL) ;
        Data_trvs->EnerHHVRL=Energy (HHVRL,maxHHVRL) ;

        Data_trvs->MeanVHVTB=Mean (VHVTB,maxVHVTB) ;
        Data_trvs->VarVHVTB=Variance (Data_trvs-
>MeanVHVTB, VHVTB,maxVHVTB) ;
        Data_trvs->SkewVHVTB=Skewness (Data_trvs-
>MeanVHVTB, Data_trvs->VarVHVTB, VHVTB,maxVHVTB) ;
        Data_trvs->KurVHVTB=Kurtosis (Data_trvs-
>MeanVHVTB, Data_trvs->VarVHVTB, VHVTB,maxVHVTB) ;
        Data_trvs->EnerVHVTB=Energy (VHVTB,maxVHVTB) ;

        Data_trvs->MeanVHVBT=Mean (VHVBT,maxVHVBT) ;
        Data_trvs->VarVHVBT=Variance (Data_trvs-
>MeanVHVBT, VHVBT,maxVHVBT) ;
        Data_trvs->SkewVHVBT=Skewness (Data_trvs-
>MeanVHVBT, Data_trvs->VarVHVBT, VHVBT,maxVHVBT) ;
        Data_trvs->KurVHVBT=Kurtosis (Data_trvs-
>MeanVHVBT, Data_trvs->VarVHVBT, VHVBT,maxVHVBT) ;
        Data_trvs->EnerVHVBT=Energy (VHVBT,maxVHVBT) ;
        Chp_lst = Chp_lst->next;
    }
    FreeCharPos (Chp_lst) ;
    for(i=0; i<6; i++)
        fclose (pfp[i]);
}

void ScanAll (int lft,int tp,int right,int bttm)
{
    InitialValue ();
    DetectValue (3,lft,tp,right,bttm) ;
}

```