การรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ

Printed English Character Recognition

โดย

นายขวัญนคร	สุขเกษมศิลป์	36012091
นายธนากร	รอดประเสริฐ	36012101
นายวิเชียร	อาจองค์	36012117

วัน เดือน ปี 1 ก.ค. 2540
เลขทะเบียน 037145
เลขเรียกหนังสือ T38238 ป3ท9 ก.

ปริญญานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง
ปีการศึกษา 2538

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

037145

ปริญญานิพนธ์ ปีการศึกษา 2538

ภาควิชา เทคโนโลยีการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

สาขาวิชา วิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เรื่อง Printed English Character Recognition

ผู้จัดทำ

1. นายขวัญนคร สุขเกษมศิลป์ 36012091
2. นายธนากร รอดประเสริฐ 36012101
3. นายวิเชียร อาจองค์ 36012117

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์ทรงชัย วีระทวีมาศ)

.....อาจารย์ที่ปรึกษา

(อาจารย์อรัญญา ปรีชาไว)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หัวข้อปริญญานิพนธ์ การรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ
นักศึกษา นายขวัญนคร สุขเกษมศิลป์ 36012091
นายธนากร รอดประเสริฐ 36012101
นายวิเชียร อาจองค์ 36012117
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ
อาจารย์ อรัญญา ปรีชาไว
ระดับการศึกษา วิศวกรรมศาสตรบัณฑิต
สาขาวิศวกรรมการวัดคุมทางอุตสาหกรรม
ปีการศึกษา พ.ศ. 2538

บทคัดย่อ

ในปัจจุบันคอมพิวเตอร์ได้ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานแทบทุกสาขาอาชีพ สำหรับทางด้านงานเอกสารที่เกี่ยวข้องกับการจัดเก็บข้อมูลต่างๆแล้ว จำเป็นที่จะต้องติดต่อผ่านทางแป้นพิมพ์ ความล่าช้าอาจเกิดขึ้นได้ถ้าผู้ใช้ไม่มีความชำนาญพอความผิดพลาดจากการป้อนผิดหรือถ้าเอกสารมีจำนวนมากก็ต้องใช้เวลานานในการจัดเก็บข้อมูลเหล่านั้นได้ เนื่องจากการป้อนข้อมูลจากเอกสารต่างๆเข้าเครื่องคอมพิวเตอร์เป็นสิ่งที่หลีกเลี่ยงไม่ได้ ดังนั้นมนุษย์จึงพยายามหลีกเลี่ยงวิธีการเดิมด้วยการพยายามหาวิธีการที่จะป้อนข้อมูลได้สะดวกรวดเร็ว ทางหนึ่งที่จะทำได้คือการรู้จำตัวอักษร (Character Recognition) ซึ่งหลักการทำงานคือการนำข้อมูลอักษรมาป้อนผ่านทางเครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner) จากนั้น เครื่องตรวจกวาดภาพจะนำข้อมูลภาพอักษรไปจัดเก็บในหน่วยความจำ แล้วนำข้อมูลในหน่วยความจำมาวิเคราะห์ เพื่อให้เครื่องคอมพิวเตอร์ได้รู้ว่าข้อมูลอักษร แต่ละตัวคืออะไร เมื่อวิเคราะห์ได้แล้วก็จัดส่งรหัสแอสกี้ (ASCII code) ของ ข้อมูลเข้าไปเก็บไว้ใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Thesis : Printed English Character Recognition

Student : Mr.Khunnakorn Sukkasamsilp 36012091

Mr.Thanakorn Rodprasert 36012101

Mr.Wichian Art-ong 36012117

Advisor : Mr.Songchai Weerathaweemart

Mrs.Arranya Preechawai

Education Level : Bachelor of industrial instrument engineering

Education year : 1995

Abstract.

Now computer is applied in every vocation for paper work about file of datas and ordering by computer, we have to contact with computer by passing through a keyboard. If a man do not know how to use well or there is a mistake happened, a work is finished lately. Those datas are sent tocomputer for saving or make in purpose, computer can. separate that what data is. Character Recognition have a principle of work is inputting a data pass through Scanner after that, Scanner will take the data into memory unit. And take the data from memory unit to analyze for computer know what each of character is. After analysing, computer will send ASCII CODE of the data to save for next using.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อ	I
บทที่ 1 บทนำ	1
บทที่ 2 วัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน และขั้นตอนของการรู้จำ	4
บทที่ 3 ทฤษฎีที่ใช้	7
3.1 อุปกรณ์ในการจัดเก็บข้อมูล	7
3.2 คุณสมบัติโทโปโลยีของภาพดิจิตอล	10
บทที่ 4 การเตรียมการเพื่อการรู้จำ	13
4.1 การทำลายเส้นตัวอักษรให้บาง	13
4.2 การกำจัดส่วนเกิน	18
4.3 การแยกตัวอักษร	20
บทที่ 5 การวิเคราะห์ภาพอักษร	23
5.1 การหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยี	24
5.2 การหามุมของลายเส้น	24
5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพอักษร	25
บทที่ 6 โปรแกรมการรู้จำ	33
6.1 คุณสมบัติเฉพาะของโปรแกรม	33
6.2 การใช้งานโปรแกรม	34
บทที่ 7 การทดสอบโปรแกรม	39
7.1 การสร้างการรู้จำให้โปรแกรม	39
7.2 การทดสอบอักษรจากบทความ	39
7.3 การทดสอบกลุ่มอักษรหลายรูปแบบ	40
7.4 การทดสอบกับบทความที่เป็นอักษรหลายรูปแบบ	42
7.5 บทสรุป	44
กิตติกรรมประกาศ	46
เอกสารอ้างอิง	47
ภาคผนวก ก โครงสร้างแฟ้มข้อมูล .PCX	48
ภาคผนวก ข รหัส ASCII ของอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ	53
ภาคผนวก ค แบบตัวอักษร ตัวอย่างบทความ และรหัสอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษรูปแบบต่าง ๆ	54
ภาคผนวก ง โปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ	72

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปประกอบ

หน้า

รูปที่ 1 แสดงบล็อกไดอะแกรมเปรียบเทียบการรู้จำอักษรของมนุษย์กับเครื่องคอมพิวเตอร์ 2

รูปที่ 2 แสดงลำดับขั้นการทำงานของระบบการรู้จำอักษรภาษาอังกฤษ 3

รูปที่ 3 แสดงลักษณะข้อมูลภาพอักษรหนึ่งหน้ากระดาษ 5

รูปที่ 4 แสดงลักษณะข้อมูลภาพอักษรหนึ่งตัวอักษร 6

รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของเครื่องตรวจกวาดภาพ 7

รูปที่ 6 แสดงหลักการทำงานของเครื่องตรวจกวาดภาพ 9

รูปที่ 7 แสดงลักษณะของคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0 10

รูปที่ 8 แสดงภาพหน้าต่าง 3*3 และตัวแปรบนหน้าต่าง 14

รูปที่ 9 แสดงวิธีตรวจกวาดภาพ 14

รูปที่ 10 แสดงจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพ 15

รูปที่ 11 แสดงรูปสัญญาณรบกวนที่ไม่จัดว่ามีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุด 16

รูปที่ 12 แสดงความหมายของสมการ N_e 16

รูปที่ 13 แสดงอัลกอริทึมการทำให้บาง 17

รูปที่ 14 แสดงภาพก่อนการทำให้บาง 18

รูปที่ 15 แสดงภาพหลังการทำให้บาง 18

รูปที่ 16 แสดงผังการทำงานของอัลกอริทึมการกำจัดส่วนเกิน 19

รูปที่ 17 แสดงการติดตามหาจุดที่เป็นขอบภาพ 20

รูปที่ 18 แสดงภาพเปรียบก่อนกำจัดส่วนเกินและหลังกำจัดส่วนเกิน 20

รูปที่ 19 แสดงลักษณะจุดพิกัด (Coordinate) ของตัวอักษร 22

รูปที่ 20 แสดงอัลกอริทึมการทำงานของกระบวนการรู้จำอักษร 23

รูปที่ 21 แสดงลักษณะมุมของลายเส้น 25

รูปที่ 22 แสดงการหามุมของลายเส้นจากสมการ 25

รูปที่ 23 แสดงการแบ่งภาพอักษรออกเป็น 9 ส่วน 26

รูปที่ 24 แสดงการกำหนดรหัสในแต่ละบิต 26

รูปที่ 25 แสดงภาพลายเส้นของช่องที่ 3 ในรูปที่ 23 26

รูปที่ 26 แสดงการเก็บสถิติการเกิดมุมของลายเส้นของช่องที่ 3 ในรูปที่ 23 27

รูปที่ 27 แสดงการกำหนดรหัสแทนช่องที่ 3 ในรูปที่ 23 27

รูปที่ 28 แสดงอัลกอริทึมการวิเคราะห์หารหัสแทนตัวอักษรทั้ง 9 ไบต์ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปประกอบ(ต่อ)

หน้า

รูปที่ 29 แสดงการหาความสูงของตัวอักษร 29

รูปที่ 30 แสดงการแบ่งภาพอักษรออกเป็น 8 ส่วน 29

รูปที่ 31 แสดงการแยกความแตกต่างของอักษรตัว S 30

รูปที่ 32 แสดงอัลกอริทึมการแยกความแตกต่างของตัวอักษร 30

รูปที่ 33 แสดงการจัดวางตำแหน่งรหัสอักษรทั้ง 10 ไบต์ 31

รูปที่ 34 แสดงการแแทนรหัสที่ได้จากการหาค่าในแต่ละช่องของรูปที่ 23 31

รูปที่ 35 แสดงรหัสแทนตัวอักษรที่สมบูรณ์ของตัว S 32

รูปที่ 36 แสดงภาพเมนูหลักของโปรแกรม 33

รูปที่ 37 แสดงรายละเอียดของเมนู "FILE" 35

รูปที่ 38 แสดงรายละเอียดชื่อแฟ้มข้อมูล 36

รูปที่ 39 แสดงแฟ้มข้อมูลภาพอักษรที่เลือกมาทำการวิเคราะห์ 36

รูปที่ 40 แสดงภาพเมนู "RECOGNIZE" 36

รูปที่ 41 แสดงตัวอย่างภาพอักษรที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้
เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจ 37

รูปที่ 42 แสดงแฟ้มข้อมูลอักษรหลังการวิเคราะห์ 38

รูปที่ 43 แสดงตัวอย่างอักษรต้นแบบ 39

รูปที่ 44 แสดงบทความที่ใช้ทดสอบมีรูปแบบและขนาดเดียวกัน
กับอักษรต้นแบบ 40

รูปที่ 45 แสดงภาพอักษรที่มีรูปแบบแตกต่างกัน 8 ชุด 41

รูปที่ 46 แสดงตัวอย่างบทความที่แตกต่างกันทั้ง 8 ชุด 43

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตารางประกอบ

หน้า

ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0 12

ตารางที่ 2 แสดงเปรียบเทียบผลการทดสอบอักษรรูปแบบต่างกัน 8 ชุด 42

ตารางที่ 3 แสดงเปรียบเทียบผลการทดสอบบทความอักษร
รูปแบบต่างกัน 9 ชุด 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

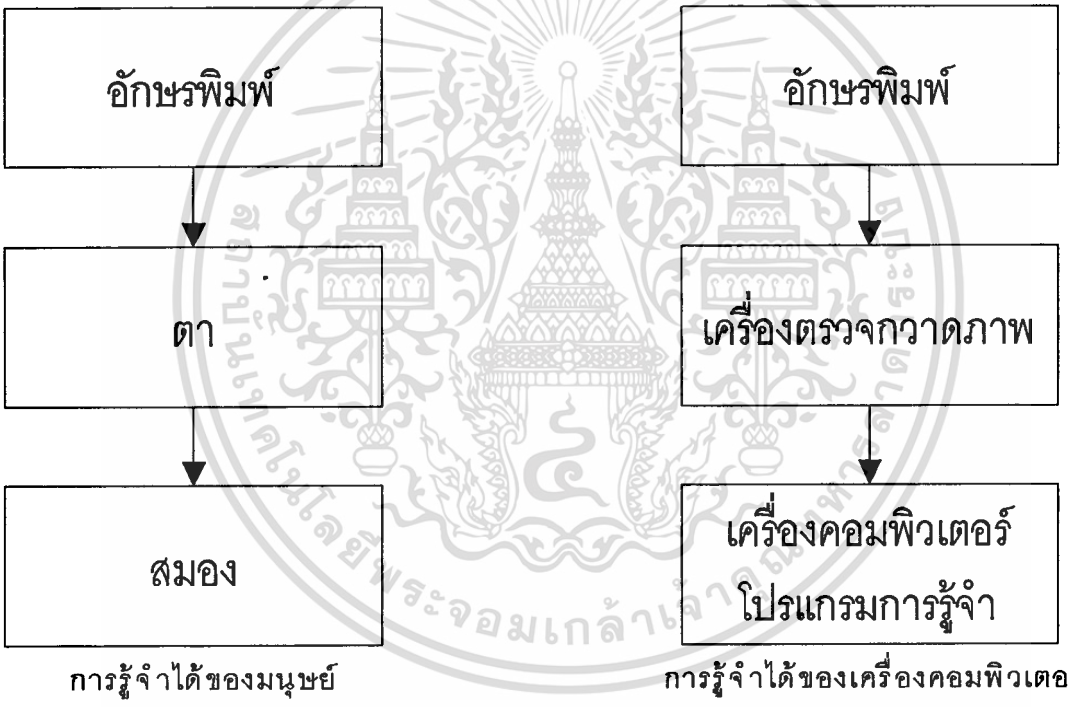
บทที่ 1
บทนำ

ในขณะที่วันเวลาหมุนเปลี่ยนไปความก้าวหน้าทางเทคโนโลยีก็เปลี่ยนตามไปด้วย ได้มีการพัฒนาเทคโนโลยีในด้านต่างๆเพื่อให้ทันกับความก้าวหน้าของโลกเราอยู่เสมอ สำหรับเทคโนโลยีทางด้านคอมพิวเตอร์นั้นก็เป็นอีกแนวทางหนึ่งที่ได้มีการพัฒนาเพื่อให้คอมพิวเตอร์มีความสามารถสูงขึ้นมีประสิทธิภาพในการใช้งานลดภาระและอำนวยความสะดวกให้กับมนุษย์เราเป็นอย่างมาก ได้มีการนำคอมพิวเตอร์ไปใช้งานในหลายๆลักษณะ เช่นอุปกรณ์ต่างๆซึ่งการทำงานมีการควบคุมด้วยไมโครคอมพิวเตอร์ โครงงานการรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษนี้ ก็เป็นการประยุกต์ใช้งานคอมพิวเตอร์ในอีกลักษณะหนึ่ง พยายามที่จะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเลียนแบบลักษณะการทำงานของมนุษย์โดยให้เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถรู้จำตัวอักษรหรืออ่านอักษรต่างๆได้ ซึ่งการรู้จำนั้นเป็นคุณสมบัติอย่างหนึ่งของมนุษย์เรา หรือสิ่งมีชีวิตอื่นๆก็เช่นเดียวกันจะมีการรับรู้และจดจำสิ่งที่ผ่านมาในชีวิต ดังนั้นเราจึงพยายามหาวิธีการต่างๆ เพื่อที่จะสอนให้คอมพิวเตอร์เรียนรู้กระบวนการรู้จำ โดยเลียนแบบกระบวนการรู้จำของมนุษย์ นั่นคือรูปแบบอักษร หรือข้อความในกระดาษ มีการเริ่มรับรู้ด้วยการมองเห็นโดยใช้สายตา เพื่อเก็บลักษณะของตัวอักษรต่างๆ แล้วจึงเรียนรู้อักษรเหล่านั้น จากลักษณะดังกล่าวนี้ สามารถประยุกต์ใช้กับอุปกรณ์อิเลคทรอนิคส์ได้คือในส่วนการเก็บลักษณะของอักษรต่างๆนั้นเราแทนได้ด้วยเครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner)ในส่วนของสมองก็สามารถแทนได้เป็นในส่วนของสมองกลเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์รวมกับโปรแกรมการรู้จำรูปแบบตัวอักษร ซึ่งเป็นส่วนของการนำข้อมูลที่ได้จากเครื่องตรวจกวาดภาพ มาพิจารณาประมวลผลข้อมูล โดยมีวิธีการและขั้นตอนในการพิจารณาจากโปรแกรมการรู้จำรูปแบบอักษร สามารถเปรียบเทียบการทำงานแทนการมองเห็นและการเรียนรู้ของมนุษย์ได้ดังรูปที่ 1 เปรียบเทียบส่วนประกอบของระบบการรู้จำอักษรโดยมนุษย์กับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์

ในส่วนของโครงงานนี้ ได้สร้างโปรแกรมการรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษเพื่อนำไปใช้ร่วมกับเครื่องตรวจกวาดภาพ และเครื่องคอมพิวเตอร์ ในการที่จะทำให้เครื่องคอมพิวเตอร์มีการรู้จำได้ โดยที่ข้อมูลอักษรต่างๆที่เครื่องคอมพิวเตอร์ได้รับจากเครื่องตรวจกวาดภาพนั้น เครื่องคอมพิวเตอร์ไม่สามารถรับรู้เองได้เลยว่าเป็นอะไร เพราะข้อมูลที่ได้รับถูกบันทึกไว้ในรูปของข้อมูลที่เป็น "บิต" (bits) หรือข้อมูลที่เป็น "ไบต์" (bytes) ดังนั้นจะต้องมีกระบวนการต่างๆที่ทำเป็นขั้นตอนให้เครื่องคอมพิวเตอร์รับรู้และจำได้เหมือนมนุษย์ซึ่งกระบวนการต่างๆ ถูกสร้างขึ้นในรูปของโปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ ในการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษนี้ จะใช้การส่งข้อมูลตัวอักษรไปให้เครื่องคอมพิวเตอร์โดยผ่านทางเครื่องตรวจกวาดภาพ เครื่องตรวจกวาดภาพจะเปลี่ยนข้อมูลภาพตัวอักษรที่ได้เป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อมูล "ไบนารี่" (binary) และส่งเข้าไปเก็บในหน่วยความจำของเครื่อง คอมพิวเตอร์จากนั้นจะใช้ขั้นตอนการเตรียมการเพื่อการรู้จำ ไปดึงข้อมูลในหน่วยความจำมาทำให้ข้อมูลตัวอักษรบางจนเหลือเป็นโครงร่างเส้นเดียว แล้วแยกตัวอักษรออกมาทีละตัว เพื่อวิเคราะห์ในขั้นตอนต่อไป ขั้นตอนในการวิเคราะห์ตัวอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษนั้น เมื่อตัวอักษรถูกแยกออกมาเป็นตัวแล้ว จะถูกนำมาวิเคราะห์โดยการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป (Topological Properties Extraction for General Digital Picture) ซึ่งคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไปนี้ใช้จำแนกกลุ่มของจุดภาพเช่น จุดภายใน (internal),จุดปลาย (end),จุดตัด (cross),จุดต่อ (connect) และจุดแยก (branch) เพื่อหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพอักษร และนำค่าคุณสมบัติที่ได้มากำหนดเป็นรหัสแทนตัวอักษร เราสามารถเขียนบล็อกไดอะแกรมลำดับขั้นการทำงานของระบบการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษได้ดังรูปที่ 2



รูปที่ 1 บล็อกไดอะแกรมเปรียบเทียบการรู้จำอักษรของมนุษย์กับเครื่องคอมพิวเตอร์

โครงงานการรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษนี้ เน้นที่รูปแบบการวิเคราะห์อักษรภาพโดยใช้คุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป ในการหารหัสของตัวอักษรซึ่งเป็นลักษณะเฉพาะของอักษรแต่ละตัว รายละเอียดเนื้อหาแสดงในบทต่างๆดังนี้

บทที่ 1 กล่าวถึงเนื้อหาโดยรวมของโครงสร้างระบบการรู้จำอักษร

บทที่ 2 กล่าวถึงวัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน และขั้นตอนของการรู้จำอักษร

บทที่ 3 กล่าวถึงทฤษฎีที่ใช้ในโครงงาน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4 กล่าวถึงการเตรียมการเพื่อการรู้จำซึ่งได้แก่

-การทำภาพตัวอักษรให้บาง

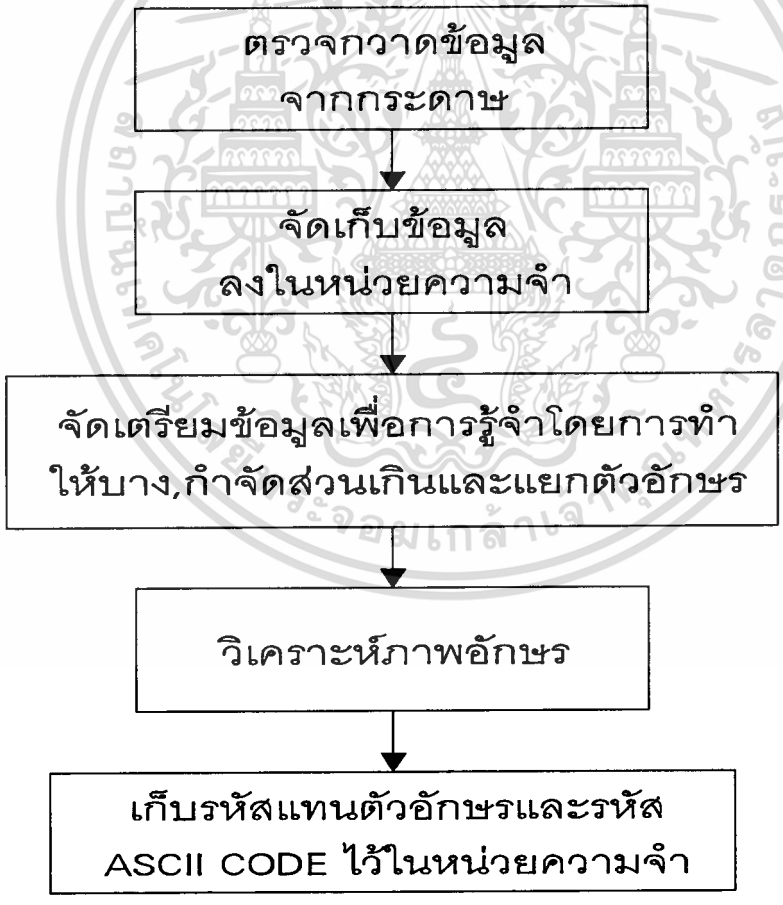
-การกำจัดส่วนเกิน

-การแยกตัวอักษรออกจากประโยค

บทที่ 5 กล่าวถึงการวิเคราะห์ภาพอักษร โดยใช้คุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไปประกอบกับการหาสถิติมุมสูงสุดของเส้นโครงร่างอักษร เพื่อการกำหนดรหัสแทนตัวอักษร การจำแนกความแตกต่างของตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกัน

บทที่ 6 กล่าวถึงโปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ

บทที่ 7 กล่าวถึงผลการทดลองโปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ, วิเคราะห์ผล,บทสรุป และข้อเสนอแนะแนวทางการพัฒนา



รูปที่ 2 ลำดับขั้นการทำงานของระบบการรู้จำอักษรภาษาอังกฤษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
วัตถุประสงค์ ขอบเขตของโครงงาน และลำดับขั้นการรู้จำอักษร

2.1 วัตถุประสงค์

โครงงานนี้มีวัตถุประสงค์เพื่อเป็นการพัฒนาการป้อนข้อมูลอัตโนมัติโดยใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ร่วมกับอุปกรณ์สนับสนุน เช่น เครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner) แทนการป้อนข้อมูลผ่านแป้นพิมพ์ (Keyboard) และเป็นการนำเสนอ วิธีการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ ที่ใช้วิธีการพิจารณาโครงสร้าง (Structure Analysis) ของตัวอักษร โดยใช้คุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป (Topological Properties Extraction for General Digital Picture) ในการวิเคราะห์ภาพอักษร

2.2 ขอบเขตของโครงงาน

อักษรพิมพ์เมื่อผ่านการตรวจกวาดจากเครื่องตรวจกวาดภาพแล้ว ข้อมูลภาพอักษรจะถูกเก็บไว้ในหน่วยความจำ จากนั้นข้อมูลภาพอักษรจะถูกวิเคราะห์โดยผ่านกระบวนการต่างๆทางโปรแกรมที่ได้เขียนขึ้น ภายหลังการวิเคราะห์ภาพอักษรแล้ว เครื่องคอมพิวเตอร์สามารถระบุได้ว่า ภาพอักษรตัวนั้นๆ คืออักษรตัวอะไรและมีรหัสแอสกี้ (ASCII Code) ใดได้อย่างถูกต้องและนำข้อมูลอักษรที่ได้หลังจากการวิเคราะห์จัดเรียงให้อยู่ในรูปแบบดังเดิมโดยทำการจัดเก็บในรูปของข้อมูลตัวอักษร (Text File)

2.3 ลำดับขั้นการรู้จำอักษร

ลำดับขั้นการรู้จำอักษรแบ่งออกได้เป็น 2 ขั้นตอนใหญ่ๆด้วยกันคือ

2.3.1 การแยกตัวอักษรแต่ละตัวออกจากข้อมูลทั้งหมด (Character Segmentation)

2.3.2 การรู้จำอักษร (Recognition)

2.3.1 การแยกตัวอักษรแต่ละตัวออกจากข้อมูลทั้งหมด

เป็นกระบวนการเตรียมการเบื้องต้นก่อนเข้าสู่กระบวนการรู้จำอักษร โดยเมื่อป้อนแฟ้มข้อมูลภาพที่ได้จากเครื่องตรวจกวาดภาพ ต้องทำการแปลงข้อมูลภาพที่ได้ให้อยู่ในรูปข้อมูลเพื่อการประมวลผลเสียก่อน โดยอยู่ในรูปรหัส 0 ใช้แทนพื้นตัวอักษรและรหัส 1 ใช้แทนเนื้อตัวอักษร แล้วจึงทำการจัดแบ่งแยกภาพอักษรที่ไม่ต่อเนื่องออกจากกันและจัดลำดับการเข้าประมวลผล โดยมีขั้นตอนดังนี้

1. หลังจากแปลงข้อมูลอยู่ในรูปรหัสแทนทั้ง 0 และ 1 ซึ่งแทนข้อมูลภาพอักษรหนึ่งหน้ากระดาษทำลายเส้นข้อมูลภาพตัวอักษรทั้งหน้ากระดาษให้มีความหนาของตัวอักษรเพียงเส้นเดียว โดยใช้กระบวนการของการทำให้บาง จากนั้นกำจัดส่วนเกินของตัวอักษรที่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผ่านการทำให้บางแล้ว เพราะเป็นส่วนที่ไม่ต้องการที่จะนำไปวิเคราะห์ แล้วทำการแบ่งข้อมูลภาพอักษรหนึ่งหน้ากระดาษออกจากกันเป็นบรรทัด (ตามแนวนอน) โดยอาศัยช่องว่างของข้อมูลตามแนวนอนซึ่งจากข้อมูลภาพหนึ่งหน้ากระดาษ แทนรหัสในส่วนเนื้อตัวอักษรด้วย 1 และส่วนที่เป็นพื้นอักษรด้วย 0 ดังนั้นการแยกบรรทัดอักษรออกจากกันโดยแยกพิจารณาหารหัสที่เป็น 0 ที่มีความต่อเนื่องกันตามแนวนอนเท่ากับความยาวของภาพตัวอักษร โดยแยกพิจารณาในส่วนของระยะด้านบนและส่วนของระยะด้านล่างของแต่ละบรรทัด ซึ่งสามารถแสดงลักษณะของภาพข้อความหนึ่งหน้ากระดาษจากอักษรพิมพ์ดังรูปที่ 3

2. หลังจากพิจารณาระยะด้านบนและด้านล่างซึ่งเป็นขอบเขตของข้อมูลแต่ละบรรทัดแล้ว ต้องทำการแยกข้อมูลของตัวอักษรแต่ละตัวออกจากกัน โดยอาศัยช่องว่างระหว่างอักษรแต่ละตัวพิจารณาหารหัส 0 ที่แทนพื้นอักษรในแนวตั้งโดยพิจารณาในช่วงของบรรทัด (ระยะด้านบนและระยะด้านล่างของบรรทัด) และพิจารณา ระยะด้านหน้า,ระยะด้านหลังของแต่ละตัวอักษรจะได้ระยะทั้ง 4 ทิศทางคือระยะด้านบน,ระยะด้านล่าง,ระยะด้านหน้าและระยะด้านหลัง เป็นขอบเขตของอักษรแต่ละตัวดังแสดงในรูปที่ 4 และจะพิจารณาต่อเนื่องกันไปจนกว่าจะหมดขอบเขตของบรรทัดแล้วจึงจะทำการพิจารณาในบรรทัดต่อไป

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement,including the warranty and Special Provisions set forth in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer (“PC Manufacturer”) of the computer system purchased with this software product. By opening the sealed software packet(s) and/or using the software,you are agreeing to be bound by the terms of this agreement.

รูปที่ 3 แสดงลักษณะข้อมูลภาพอักษรหนึ่งหน้ากระดาษ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

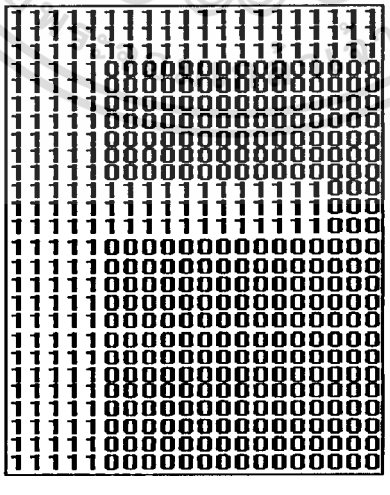
2.3.2 การรู้จำตัวอักษร

กระบวนการรู้จำตัวอักษร เป็นกระบวนการที่มีความต่อเนื่องจากกระบวนการแยกตัวอักษรซึ่งเมื่อได้ข้อมูลตัวอักษรที่ถูกแยกออกมาแล้วจะพิจารณาหารหัสแทนตัวอักษรโดยใช้การวิเคราะห์โครงสร้างของตัวอักษรโดยมีขั้นตอนดังนี้

1.เมื่อได้ข้อมูลของตัวอักษรแต่ละตัว พิจารณาหารหัสโดยใช้การหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป ในการหาจุดภายใน (internal),จุดปลาย (end),จุดตัด (cross),จุดต่อ (connect) และจุดแยก (branch) ของตัวอักษรแต่ละตัวซึ่งการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไปจะได้กล่าวถึงในบทที่ 3 เรื่องทฤษฎีที่นำมาใช้ต่อไป หลังจากหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพอักษรได้แล้ว จะนำค่าต่างๆมากำหนดเป็นรหัสแทนตัวอักษร

2.การสร้างพจนานุกรม (ฐานความรู้) ของการรู้จำอักษรแต่ละตัวโดยการเก็บรหัสที่ใช้แทนตัวอักษรแต่ละตัวพร้อมทั้งเก็บรหัสแอสกี้ของตัวอักษรแต่ละตัวนั้นด้วย ทำการเก็บรหัสอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษทุกตัวไว้รวมกัน ในแฟ้มข้อมูลใหม่ในรูปของฐานความรู้ของการรู้จำตัวอักษร

3.การทดสอบพจนานุกรม (ฐานความรู้) ของการรู้จำอักษร ที่สร้างขึ้นด้วยตัวอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษที่ถูกวิเคราะห์ใหม่ ถ้าหากอักษรที่ถูกวิเคราะห์ใหม่มีลักษณะที่ตรงกับฐานความรู้ที่มีอยู่ก็ให้แสดงภาพรหัสแอสกี้ของอักษรตัวนั้นๆออกมา แต่ถ้าหลังจากการวิเคราะห์แล้วไม่มีลักษณะของอักษรที่ตรงกับฐานความรู้ที่มีอยู่ จะให้แสดงภาพของอักษรนั้นออกมา เพื่อให้ผู้ใช้ได้ตัดสินใจป้อนความรู้ใหม่ เพื่อนำไปเก็บรวมไว้ในฐานความรู้ที่มีอยู่เดิม



รูปที่ 4 แสดงลักษณะข้อมูลภาพอักษรหนึ่งตัวอักษร

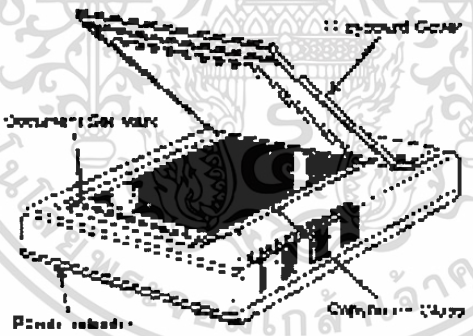
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3
ทฤษฎีที่นำมาใช้

3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการเก็บข้อมูล

3.1.1 เครื่องตรวจกวาดภาพ

เครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner) เป็นอุปกรณ์สนับสนุนการทำงานของเครื่องคอมพิวเตอร์ ใช้เก็บรูปภาพหรือภาพตัวอักษรที่พิมพ์อยู่บนแผ่นกระดาษนำเข้าไปเก็บไว้ในหน่วยความจำหรืออุปกรณ์เก็บข้อมูลสำรองของเครื่องคอมพิวเตอร์ เช่น ฟลอปปี้ดิสก์ หรือฮาร์ดดิสก์ฯลฯ ได้มีการนำเอาเครื่องตรวจกวาดภาพมาประยุกต์ใช้เป็นเครื่องอ่านตัวอักษรด้วยแสง (Optical Character Reader,OCR) เพื่อใช้ในงานวิจัยทางด้านการรู้จำตัวอักษร (Character Recognition) โดยทำหน้าที่เป็นอุปกรณ์เก็บข้อมูล ซึ่งข้อมูลอาจจะเป็นหน้ากระดาษที่เป็นรูปภาพหรือตัวอักษรที่เป็นประโยคข้อความ เมื่อนำเอกสารดังกล่าวมาตรวจกวาด (Scan) ด้วยเครื่องตรวจกวาดภาพ ภาพที่ปรากฏทั้งหมดจะถูกเปลี่ยนเป็นข้อมูลไบนารี่ (Binary Data) และเก็บบันทึกลงแฟ้มข้อมูลในฟอร์แมตกราฟฟิค ซึ่งจะถูกนำไปประมวลผลในขั้นตอนต่อไป



รูปที่ 5 แสดงตัวอย่างของเครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner)

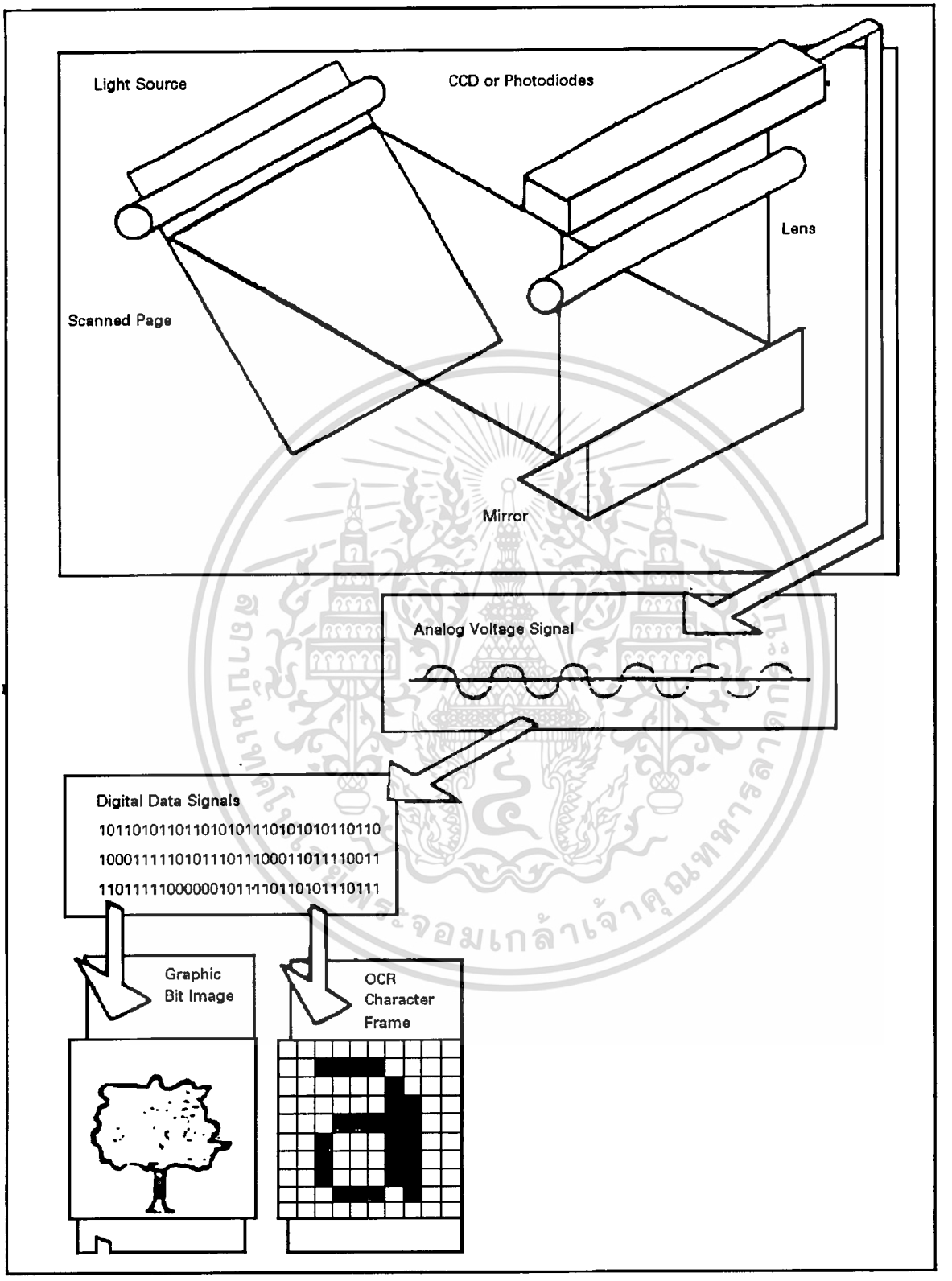
3.1.2 ลักษณะและการทำงานของเครื่องตรวจกวาดภาพ

เครื่องตรวจกวาดภาพทำงานโดยอาศัยหลักของการสะท้อนแสง เมื่อฉายแสงไฟลงบนแผ่นกระดาษเอกสารที่มีรูปภาพหรือตัวอักษร แล้วเก็บบันทึกแสงที่สะท้อนกลับออกมาในปริมาณที่ต่างกันส่วนประกอบของเครื่องตรวจกวาดภาพ ภายในตัวเครื่องจะมีหลอดฟลูออเรสเซนต์ ที่จะให้แสงความถี่ต่ำฉายออกมากระทบกับหน้ากระดาษที่ตรวจกวาดส่วนที่เป็นสีดำ ซึ่งอาจจะเป็นข้อความหรือรูปภาพก็จะดูดซับแสงเอาไว้หรือสะท้อนออกมาบางส่วน และส่วนที่เป็นพื้นสีขาวจะสะท้อนแสงออกมามากกว่าจากนั้นจะมีตัวรับสัญญาณภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

(Photosenser) ที่เรียกว่าCCD (Charge Couple Device) ซึ่งจะประกอบไปด้วยเซลรับแสงเป็นจำนวนมากเรียงเป็นแถว โดยที่เซลแต่ละตัวจะสร้างความต่างศักย์ทางไฟฟ้าขึ้นเป็นสัดส่วนกับปริมาณแสงที่รับเข้ามา และค่าความต่างศักย์นี้จะถูกแปลงให้เป็นค่าตัวเลขทางไบนารี (0 หรือ 1) ความละเอียด (Resolution) ของเครื่องตรวจกวาดภาพจะวัดกันด้วยค่าจุดต่อนิ้ว (Dot per inch,dpi) ซึ่งเป็นค่าตัวเลขที่แน่นอนค่าหนึ่งที่ได้จากความสัมพันธ์ของจำนวนเซลในหนึ่งอาเรย์และพื้นที่ทั้งหมดที่ตรวจกวาด ยกตัวอย่างเช่น อาเรย์ที่ประกอบด้วยเซลรับแสงจำนวน 2,400 หน่วยสามารถคลอบคลุมพื้นที่ได้ 8 นิ้ว จะได้ค่าความละเอียดของเครื่องตรวจกวาดภาพเป็น 300 dpi ซึ่งเมื่อนำมาใช้ตรวจกวาดภาพก็จะได้ภาพที่มีความละเอียดของภาพ (Image Resolution) ขนาด 300 dpi เครื่องตรวจกวาดภาพทั่วไปสามารถตรวจกวาดภาพที่ให้ความละเอียดต่ำหรือสูงกว่าได้ โดยอาศัยซอฟต์แวร์ช่วยในการจัดการกำหนดความละเอียดของภาพ การทำงานของเครื่องตรวจกวาดภาพแสดงไว้ดังรูปที่ 6

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

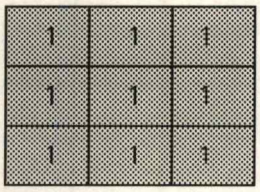


รูปที่ 6 หลักการทำงานของเครื่องตรวจกวาดภาพ

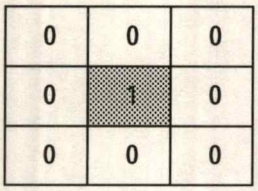
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3.2 คุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพ[3]

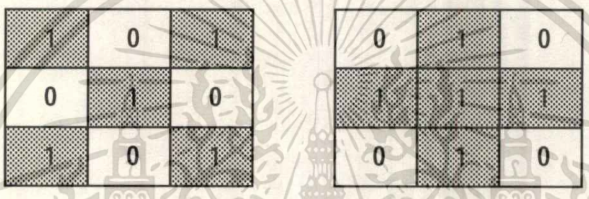
ในการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป สามารถกำหนดความแตกต่างของกลุ่มจุดภาพได้ 6 กลุ่มคือ จุดภายใน (internal), จุดปลาย(end),จุดตัด(cross),จุดต่อ (connect),จุดแยก (branch) และจุดโดดเดี่ยว (isolate) ดังรูปที่ 7(ก) ถึง 7(ฉ)



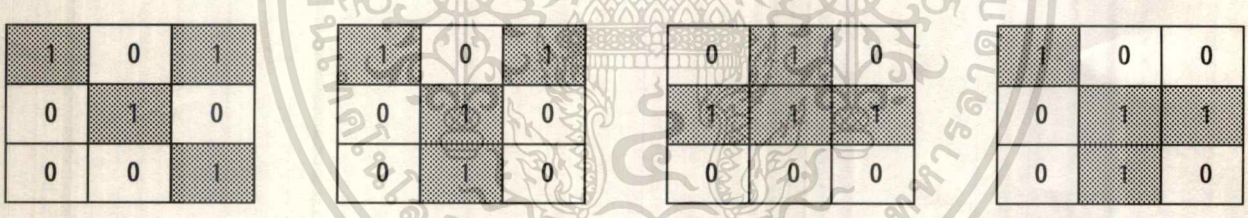
(ก) จุดภายใน



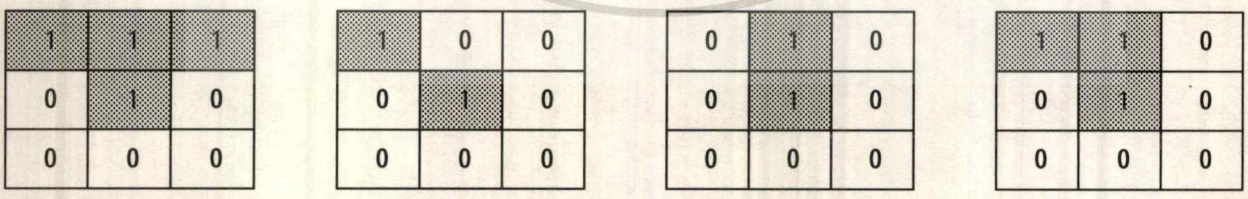
(ข) จุดโดดเดี่ยว



(ค) จุดตัด



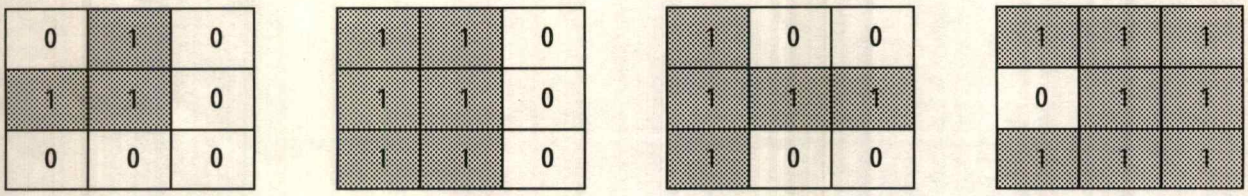
(ง) จุดแยก



(จ) จุดปลาย

รูปที่ 7 แสดงลักษณะของคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(ฉ) จุดต่อ

รูปที่ 7 แสดงลักษณะของคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0 (ต่อ)

ในกรณีของรูปที่ 7(ฉ) ได้นำมาแสดงบางส่วนเท่านั้น ซึ่งส่วนไม่มีในรูปที่ 7(ฉ) ก็คือจุดต่อทั้งหมดซึ่งจากรูปที่ 7 เราสามารถสังเกตเห็นความแตกต่างได้ชัดเจน ในการไปจำแนกกลุ่มภาพ จากรูป

รูปที่ 7(ก) เป็นจุดภายใน จะไม่มีส่วนประกอบรอบๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 1,0 ไปเป็น 0,1 เลย

รูปที่ 7(ข) เป็นจุดโดดเดี่ยวจะไม่มีส่วนประกอบรอบๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 0,1 ไปเป็น 1,0

รูปที่ 7(ค) เป็นจุดตัดที่มีส่วนประกอบรอบๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 1,0 ไปเป็น 0,1 อยู่ 8 ช่วง

รูปที่ 7(ง) เป็นจุดแยกที่มีส่วนประกอบรอบๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 1,0 ไปเป็น 0,1 อยู่ 6 ช่วง

รูปที่ 7(จ) เป็นจุดปลายที่มีส่วนประกอบรอบๆ ที่มีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 1,0 ไปเป็น 0,1 อยู่ 2 ช่วง

ดังนั้นเราต้องหาฟังก์ชั่นที่จะใช้ตรวจสอบได้ว่าจุดที่เป็นส่วนประกอบรอบๆมีการเปลี่ยนแปลงจากค่า 1,0 ไปเป็น 0,1 อยู่กี่ช่วง เราก็สามารถจำแนกลักษณะของคุณสมบัติทางโทโปโลยีในกลุ่มดังกล่าวได้ ซึ่งฟังก์ชั่นที่กำหนดได้คือ

$$N_s = \Sigma(X_k \text{ XOR } X_{k-1}) \quad ; k=\{1,2,3,\ldots,8\}$$

$$N_g = \Sigma(X_k) \quad ; k=\{1,3,5,7\}$$

เมื่อ N_s คือ จำนวนครั้งของการเปลี่ยนแปลงของส่วนประกอบรอบๆ จากค่า 1 ไปเป็น 0 หรือจาก ค่า 0 ไปเป็น 1

N_g คือ ผลรวมของจำนวนค่าที่เป็น 1 ในแต่ละด้านของส่วนประกอบทั้งสี่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สมการ N_g ถูกนำมาจำแนกค่าที่ N_s ไม่สามารถจำแนกได้ คือระหว่างจุดภายในกับจุดโดดเดี่ยว และระหว่างจุดปลายกับจุดต่อ สมการทั้งสองสามารถแยกคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0 ได้โดยการนำมาประกอบกันดังแสดงในตารางที่ 1

ฟังก์ชัน	คุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0						
	internal	isolate	cross	branch	end	connect	
N_s	0	0	8	6	2	2	4
N_g	4	0	0,4	0-4	0-1	2-4	0-4

ตารางที่ 1 แสดงค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของ X_0

เมื่อนำตารางที่ 1 มาเขียนการทำงานในลักษณะการตัดสินใจ จะได้ดังนี้

1. $N_s = 0$ และ $N_g = 4$ --------- $P(X_0)$ = internal
2. $N_s = 0$ และ $N_g = 0$ --------- $P(X_0)$ = isolate
3. $N_s = 8$ --------- $P(X_0)$ = cross
4. $N_s = 6$ --------- $P(X_0)$ = branch
5. $N_s = 2$ และ $N_g < 2$ --------- $P(X_0)$ = end
6. กรณีอื่นๆ --------- $P(X_0)$ = connect

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
การจัดเตรียมข้อมูลเพื่อการรู้จำ

ข้อมูลตัวอักษรที่นำมาใช้ในการรู้จำนี้ สามารถเลือกภาพอักษรตัวพิมพ์ภาษาอังกฤษที่มีอยู่ทั่วไป ในลักษณะที่เป็นรูปประโยค หรือบทความตามหน้าหนังสือพิมพ์วารสาร หรือเอกสารทั่วไป ดังนั้นในการนำภาพข้อความเหล่านั้น ไปดำเนินการในขบวนการรู้จำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จะต้องผ่านขั้นตอนการอ่านภาพข้อความด้วยเครื่องตรวจกวาดภาพเมื่อนำข้อมูลลงในหน่วยความจำของเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ หรือนำข้อมูลภาพบันทึกลงในแผ่นเก็บข้อมูล (Floppy Disk) ภาพข้อความเหล่านั้นแม้ว่าจะผ่านขั้นตอนการเก็บข้อมูลลงในหน่วยความจำหรือแผ่นเก็บข้อมูลแล้วก็ตาม แต่การประมวลผลตามวิธีการนี้ สามารถกระทำการประมวลผลได้ทีละตัวอักษรเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นต้องทำการแยกภาพตัวอักษรแต่ละตัวออกจากบทความ หรือรูปประโยคแล้วเอามาวิเคราะห์ ซึ่งเมื่อสามารถวิเคราะห์ตัวอักษรได้ครบทั้งหมดแล้ว จะต้องนำรหัสแอสกี้ (ASCII Code) ของตัวอักษรเหล่านั้นกลับมาเรียงลำดับตำแหน่งเดิมตามลักษณะที่ถูกต้องเหมือนต้นฉบับด้วย สำหรับในปริญญานิพนธ์นี้จะไม่กล่าวถึงรายละเอียดวิธีการจัดเก็บข้อมูลโดยเครื่องตรวจกวาดภาพ โดยจะกล่าวถึงการนำข้อมูลที่ได้จากการจัดเก็บแล้วมาทำการวิเคราะห์เพื่อการรู้จำต่อไป การแยกภาพตัวอักษรออกจากประโยคนั้น เนื่องจากว่าเมื่อเครื่องตรวจกวาดภาพอ่านภาพข้อมูลจากกระดาษเข้ามาแล้ว ภาพข้อมูลเหล่านั้นยังเป็นลักษณะกลุ่มภาพอักษรเรียงต่อเนื่องกันเป็นประโยค แต่ขบวนการรู้จำที่ทำการวิเคราะห์ข้อมูลได้เพียงทีละ 1 ตัว ดังนั้นจำเป็นต้องศึกษาวิธีการเพื่อให้การจัดการล่วงหน้าได้เตรียมข้อมูลสำหรับการวิเคราะห์ให้แก่ขั้นตอนการรู้จำได้ถูกต้อง เทคนิคที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้จะนำไปช่วยอำนวยความสะดวกในการแยกภาพอักษรออกจากรูปประโยค

4.1 การทำลายเส้นตัวอักษรให้บาง

4.2 การกำจัดส่วนเกิน

4.3 การแยกตัวอักษร

4.1 การทำลายเส้นตัวอักษรให้บาง

การทำลายเส้นตัวอักษรให้บาง เป็นวิธีการหนึ่งที่ช่วยกำจัดสัญญาณรบกวนและเพื่อปรับปรุงรูปแบบของตัวอักษรแต่ละตัวให้ดีขึ้น เพื่อความสะดวกในการวัดความสูงและความกว้างตัวอักษร การทำให้บางนั้น ใช้วิธีการตรวจกวาดทั้ง 4 ทิศทาง ซึ่งภาพที่ผ่านการประมวลผลแล้วจะเหลือเฉพาะโครงร่างเท่านั้น ดังนั้นจึงจำเป็นที่จะต้องมีการทำภาพอักษรที่ได้จากการตรวจกวาดให้บางเสียก่อน อีกทั้งยังช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการแยกภาพอักษรออกจากภาพประโยค และช่วยให้การวิเคราะห์ภาพอักษรได้ถูก วิธีทำลายเส้นให้บางนั้นจะ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

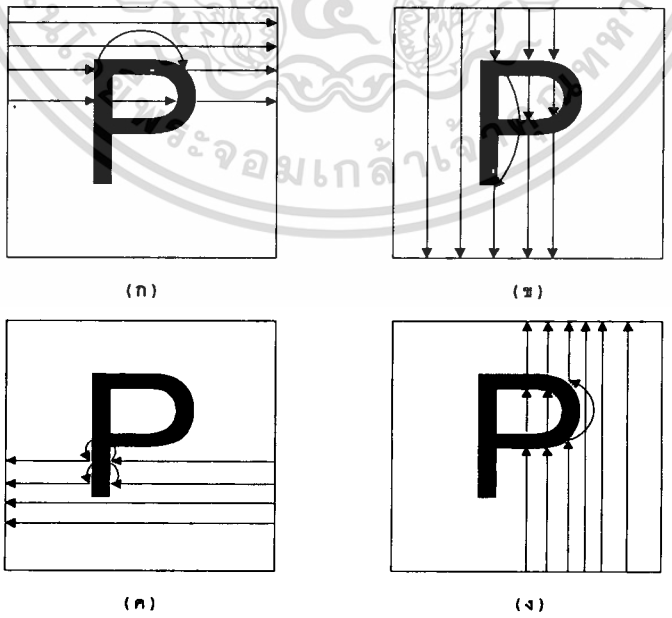
ใช้หน้าต่าง 3 * 3 เลื่อนไปยังจุดที่ต้องการหาแต่ละจุด แล้วใช้หลักการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพ (Topological Properties) เพื่อแยกแยะว่าจุดภาพนั้นมีความหนาเพียง 1 จุดภาพหรือยัง ถ้ายังมีความหนาเกิน 1 จุดภาพจะต้องลบจุดนั้นออก หลังจากนั้นจึงเลื่อนไปยังจุดภาพใหม่ เมื่อได้ความหนา 1 จุดภาพแล้ว ต้องเก็บสถานะเอาไว้ด้วยเพื่อจะไม่นำมาทำอีก ในโครงงานนี้ได้ทำการปรับปรุงวิธีการทำลายเส้นตัวอักษรให้บาง[1] มีวิธีการดังนี้

X_4	X_3	X_2
X_5	X_0	X_1
X_6	X_7	X_8

รูปที่ 8 ภาพแสดงหน้าต่าง 3 * 3 และตัวแปรบนหน้าต่าง

4.1.1 การตรวจจุดภาพ

วิธีการตรวจจุดแสดงได้ดังรูปที่ 9 สามารถแบ่งการตรวจจุดได้ 4 รูปแบบ ซึ่งจะตรวจจุดเฉพาะส่วนที่ไม่ใช่เนื้อภาพ (พื้นสีขาว) เมื่อพบเนื้อวัตถุ (จุดดำ) ก็จะพิจารณาว่าจุดภาพนั้นมีความหนาเท่ากับ 1 จุดภาพหรือไม่ ถ้าไม่ใช่ก็จะลบจุดนั้นออก จากนั้นก็จะกระโดดข้ามจุดดำแล้วตรวจจุดขาวต่อไปจนครบทั้งแถว และทำแถวต่อไปตามทิศทางของเส้นประ ทำสลับกันทั้ง 4 รูปแบบ จนกว่าภาพจะมีความหนาเท่ากับหนึ่งจุดภาพทั้งหมด



รูปที่ 9 แสดงวิธีการตรวจจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.1.2 การตรวจเช็คความหนาของจุดภาพ

เป็นกระบวนการที่กระทำต่อเนื่องจากการตรวจกวาดภาพ ภาพที่ผ่านการทำให้บางแล้วจะมีความหนาเพียง 1 จุดเท่านั้น ดังนั้นจะต้องมีวิธีการตรวจเช็คที่จุดภาพนั้น ซึ่งในโครงงานนี้ จะนำเอาหลักการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพมาใช้ประกอบการตรวจเช็คโดยใช้หน้าต่าง 3 * 3 ดังแสดงในรูปที่ 8 และกำหนดให้แต่ละจุดภาพในภาพตัวอักษรแทนด้วยตัวแปรที่มีค่า 0 หรือ 1 เพื่อแทนจุดภาพที่เป็นพื้นหรือเนื้อของวัตถุตามลำดับ

X	X	X
0	1	0
X	X	X

X	0	X
X	1	0
X	0	X

รูปที่ 10(ก) แสดงจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพแบบ ก

1	0	X
0	1	X
X	X	X

X	0	1
X	1	0
X	X	X

X	X	X
0	1	X
1	0	X

X	X	X
X	1	0
X	0	1

รูปที่ 10(ข) แสดงจุดภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพแบบ ข

ให้ X_0 คือจุดที่จะพิจารณาหาความหนาของจุดภาพ

X หมายถึงค่าอะไรก็ได้ (0 หรือ 1)

จากรูปที่ 10(ก) ถ้าหากมี 0 ทั้ง 2 ข้างของจุดภาพที่พิจารณา ไม่ว่าจะเป็นบนหรือล่าง ซ้ายหรือขวา จุดนั้นจะมีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพเท่านั้นการหาจุดภาพดังกล่าวเขียนเป็นสมการได้

$$P_0 = (X_2 \mid X_6) \ \& \ (X_4 \mid X_8)$$

ถ้า $P_0 = 0$ แสดงว่าจุดนั้นมีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดเท่านั้น

จากรูปที่ 10(ข) พิจารณามุมทั้ง 4 ของเมตริกซ์ 3 * 3 ถ้ามุมใดมุมหนึ่งในสี่มุมมีค่าเป็น 1 และมีส่วนประกอบทั้งสองข้างเป็น 0 แสดงว่าจุดภาพที่พิจารณานั้นมีความหนาเพียง 1 จุดภาพ สามารถแทนด้วยสมการได้ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$P_1 = X_1 \,\&\, (\overline{X_8 | X_2})$$

$$P_3 = X_3 \,\&\, (\overline{X_2 | X_4})$$

$$P_5 = X_5 \,\&\, (\overline{X_4 | X_6})$$

$$P_7 = X_7 \,\&\, (\overline{X_6 | X_8})$$

เมื่อ P_1, P_3, P_5, P_7 เป็นฟังก์ชั่นใช้ในการตรวจมุม X_1, X_3, X_5 และ X_7 ตามลำดับ

| แทนด้วย โอเปอร์เรเตอร์ทางลอจิก OR

& แทนด้วย โอเปอร์เรเตอร์ทางลอจิก AND

- แทนด้วย โอเปอร์เรเตอร์ทางลอจิก NOT

จากทั้ง 4 สมการ ถ้ามีสมการใดสมการหนึ่งให้ค่าสมการเป็น 1 แล้ว แสดงว่าที่จุดที่กำลังพิจารณามีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุดภาพ

1	1	1
0	1	0
0	0	0

รูปที่ 11 แสดงรูปสัญญาณรบกวนที่ไม่จัดว่ามีความหนาของจุดภาพเพียง 1 จุด

จากรูปที่ 11 รูปดังกล่าวจะเกิดขึ้นในกรณีของรูป 10(ก) ซึ่งเป็นสัญญาณรบกวนจึงต้องหาวิธีแก้ไขโดยต้องสร้างสมการที่สามารถแยกส่วนเกินนี้ออกไปจากกลุ่มของภาพที่มีความหนา 1 จุดภาพได้ดังนี้

$$N_e = (X_1 \,\&\, X_2 \,\&\, X_3 \,\&\, \overline{X_6}) | (X_3 \,\&\, X_4 \,\&\, X_5 \,\&\, \overline{X_8})$$
$$| (X_5 \,\&\, X_6 \,\&\, X_7 \,\&\, \overline{X_2}) | (X_6 \,\&\, X_7 \,\&\, X_8 \,\&\, \overline{X_4})$$

สามารถเขียนเป็นภาพประกอบในแต่ละนิพจน์ของสมการ N_e ได้ ดังรูปที่ 12

1	1	1
X	1	X
X	0	X

1	X	X
1	1	0
1	X	X

X	0	X
X	1	X
1	1	1

X	X	1
0	1	1
X	X	1

รูปที่ 12 ภาพแสดงความหมายของสมการ N_e

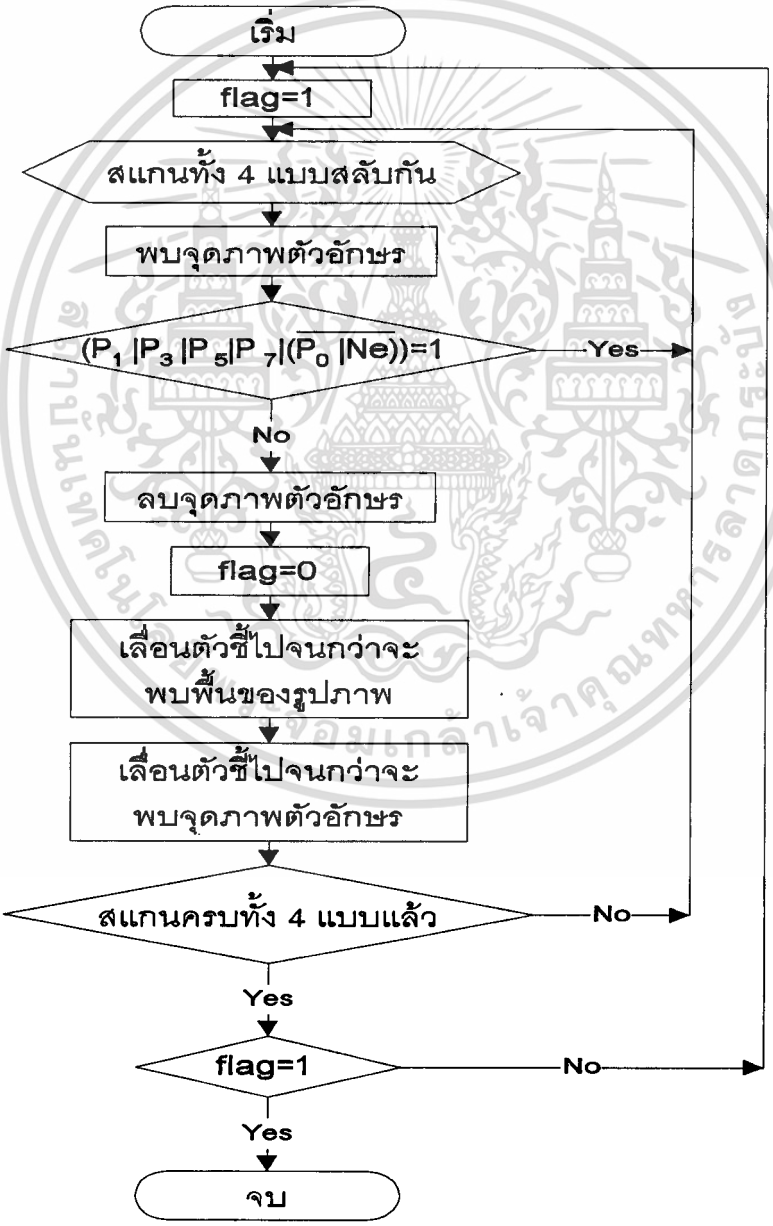
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Ne เป็นตัวบอกถึงความหนาของจุดภาพ ซึ่งถ้า Ne = 0 แสดงว่าจุดภาพที่พิจารณามีความหนาของจุดภาพ 1 จุดภาพ ไม่ใช่สัญญาณรบกวนดังนั้นสามารถเขียนเป็นเงื่อนไขการตัดสินใจได้คือ

ถ้า $(P_1 | P_3 | P_5 | P_7 | (\overline{P_0} | N_e) = 1)$ แล้ว

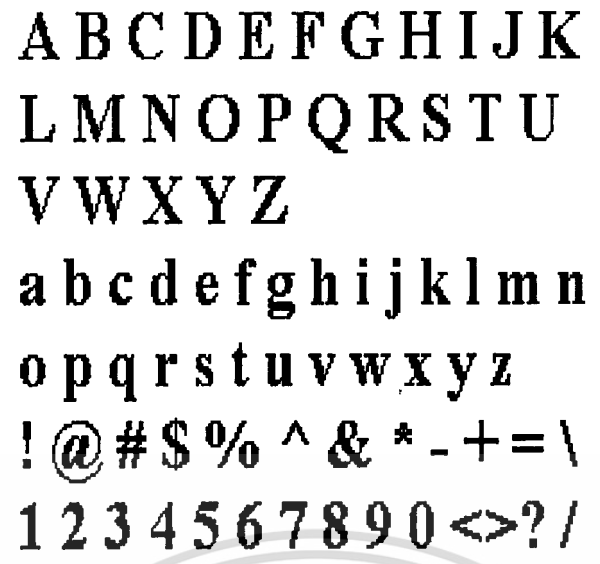
แสดงว่าจุดภาพความหนาของจุดภาพเท่ากับ 1 จุด

จากเทคนิคของการตรวจกวาดภาพและการตรวจเช็คหาความหนาของจุดภาพที่ได้กล่าวมาแล้ว สามารถแสดงอัลกอริทึมการทำงานดังรูปที่ 13 ในรูปที่ 14 แสดงภาพอักษรก่อนการทำให้บางและในรูปที่ 15 แสดงภาพอักษรหลังการทำให้บางแล้ว

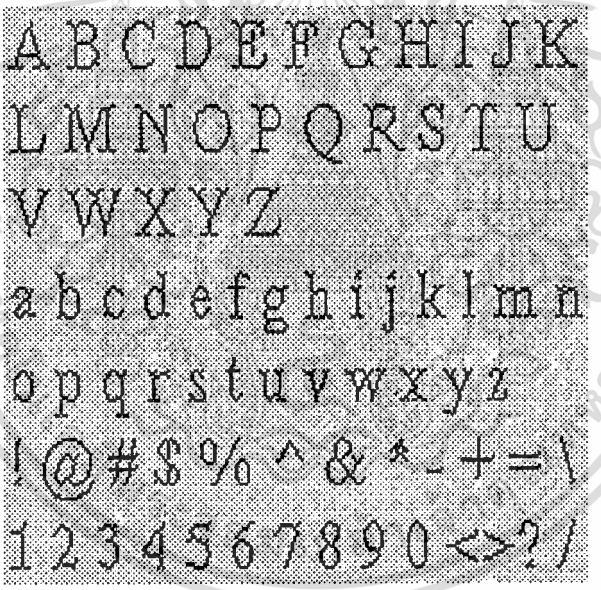


รูปที่ 13 แสดงอัลกอริทึมการทำให้บาง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 14 แสดงภาพก่อนการทำให้บาง

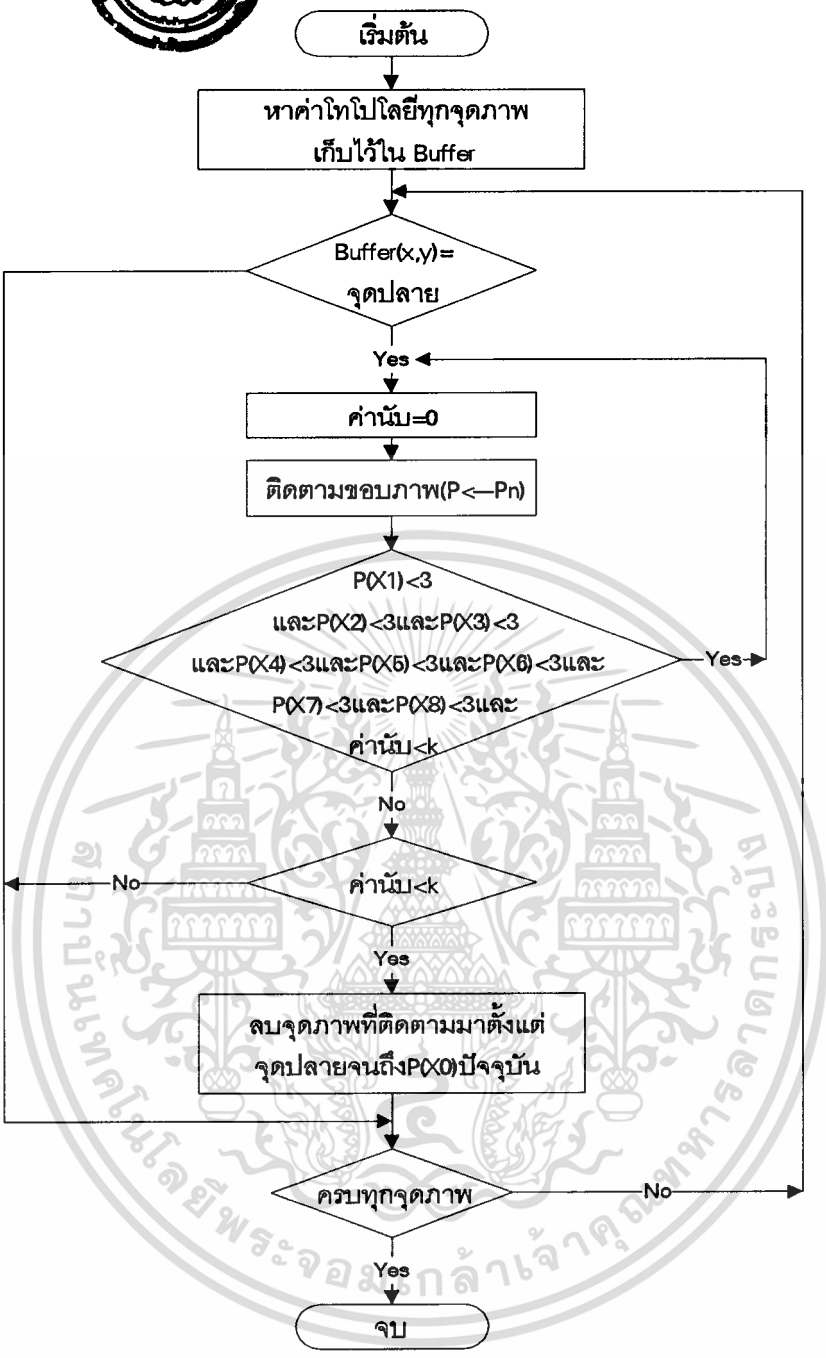


รูปที่ 15 แสดงภาพหลังการทำให้บาง

4.2 การกำจัดส่วนเกิน

ภาพอักษรที่ผ่านการทำให้บางแล้ว จะเหลือเฉพาะโครงร่าง ซึ่งรวมทั้งส่วนเกินที่ไม่ต้องการด้วยจึงมีการคิดค้นการกำจัดส่วนเกิน[2][3] แต่ยังเป็นวิธีการที่ซับซ้อนอยู่ในโครงงานนี้ได้ปรับปรุงแก้ไขโดยการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพ[4]จากนั้นใช้วิธีการติดตามขอบภาพ[5]ในการกำจัดส่วนเกิน สามารถแสดงการทำงานของอัลกอริทึมกำจัดส่วนเกินดังรูปที่ 16

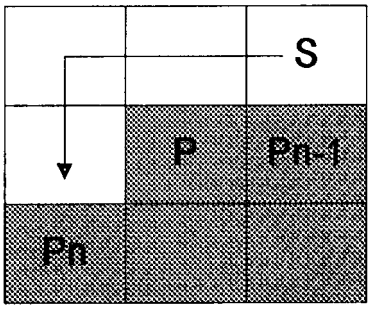
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 16 ผังการทำงานของอัลกอริทึมการกำจัดส่วนเกิน

ในการติดตามขอบภาพนั้น โดยวิธีตรวจกวาดทวนเข็มนาฬิกาเพื่อหาขอบภาพ (เปลี่ยนแปลงจาก 0 เป็น 1) แล้วเปลี่ยนตำแหน่งที่พิจารณาไปจุดนั้นๆ ดังแสดงในรูปที่ 17

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้
037145



รูปที่ 17 แสดงการติดตามหาจุดที่เป็นขอบภาพ

ภาพก่อนกำจัดส่วนเกิน ภาพหลังกำจัดส่วนเกิน

รูปที่ 18 เปรียบเทียบภาพก่อนกำจัดส่วนเกินและหลังกำจัดส่วนเกิน

4.3 การแยกตัวอักษร[11]

4.3.1 การหาขนาดความกว้างและความสูงของตัวอักษร[9]

ภาพตัวอักษรในหน่วยความจำจะถูกตรวจสอบทีละตัวโดยการกวาดทางแนวตั้งจากมุมล่างซ้ายไปยังมุมบนขวา เมื่อพบจุดแรกจะถือว่าเป็นส่วนหนึ่งของตัวอักษรของตัวแรก ตรวจหาจุดพิกัด (Coordinate) ที่มีค่าต่ำสุดและสูงสุดของตัวอักษรตัวนั้น เพื่อหาขนาดความกว้างและความสูง โดย

ให้ L_n : คือจุดปัจจุบันใดๆ บนเส้นขอบรูปตัวอักษรแต่ละตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

n = 1,2,3,4,5,....,N

n = 1 ;ถ้าเป็นจุดแรกของตัวอักษร

n = N ;ถ้าเป็นจุดสุดท้ายของตัวอักษรตัวเดียวกัน

X,Y : เป็นจุดพิกัด (Coordinate) ของ L_n จะต้องบันทึกไว้ทุกจุด

L_{n+1} : เป็นจุดที่จะบันทึกค่า X,Y จุดต่อไป

L_{n-1} : เป็นจุดอดีต ที่เพิ่งผ่านการบันทึกค่า X,Y

X_{max} : ค่าพิกัด (Coordinate) ของ X ที่มีค่าสูงสุด

X_{min} : ค่าพิกัด (Coordinate) ของ X ที่มีค่าต่ำสุด

Y_{max} : ค่าพิกัด (Coordinate) ของ Y ที่มีค่าสูงสุด

Y_{min} : ค่าพิกัด (Coordinate) ของ Y ที่มีค่าต่ำสุด

เขียนโปรแกรมเพื่อหาค่า $X_{max}, X_{min}, Y_{max}, Y_{min}$ ของอักษรแต่ละตัวพร้อมทั้งบันทึกค่าพิกัด(Coordinate) X,Y ของ L_n ทุกจุดซึ่งสามารถหาขนาดความกว้างและความสูงของตัวอักษรแต่ละตัวได้จากสมการ

$$I = Y_{max} - Y_{min} + 1$$

$$J = X_{max} - X_{min} + 1$$

เมื่อ I : คือขนาดความกว้างของตัวอักษรแต่ละตัว

J : คือขนาดความสูงของอักษรแต่ละตัว

ตัวอย่างการคำนวณหาค่าขนาดความกว้างความสูงของตัวอักษรดังรูปที่ 19 นำไปคำนวณหาค่าความกว้างและความสูงของตัวอักษรได้ดังนี้

$X_{max} = 21$ $X_{min} = 1$

$Y_{max} = 26$ $Y_{min} = 1$

แทนค่าลงในสมการ

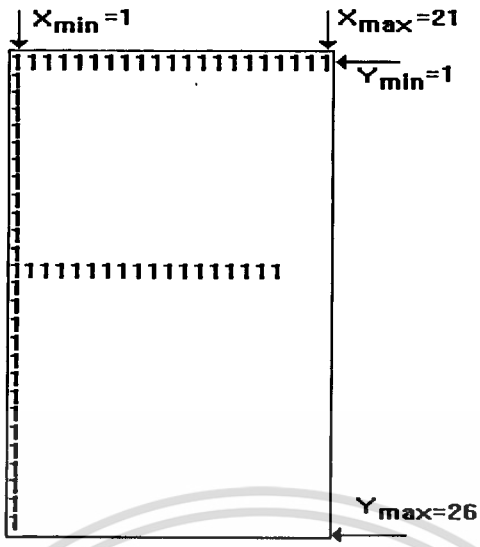
$$I = Y_{max} - Y_{min} + 1$$

$$= 21 - 1 + 1 = 21$$

$$J = X_{max} - X_{min} + 1$$

$$= 26 - 1 + 1 = 26$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 19 ลักษณะจุดพิกัด(Coordinate) ของตัวอักษร

ดังนั้น จากรูปอักษรจะมีความกว้าง 26 ความสูง 21

4.3.2 การหาจุดศูนย์กลางของตัวอักษร

การหาจุดศูนย์กลางของตัวอักษร เพื่อใช้เก็บพิกัดของภาพอักษรก่อนทำการแยกเพื่อนำไปวิเคราะห์ ซึ่งหลังจากการวิเคราะห์ได้แล้ว สามารถนำมาจัดเรียงในตำแหน่งเดิมได้อย่างถูกต้อง ดังรูปที่ 19 สามารถหาจุดศูนย์กลางของตัวอักษรได้ ดังนี้

$P(X,Y) = P((X_{max} + X_{min})/2 , (Y_{max} + Y_{min})/2)$

$X_{max} = 26$ $X_{min} = 1$

$Y_{max} = 21$ $Y_{min} = 1$

เพราะฉะนั้น

$P(X,Y) = P((26+1)/2 , (21+1)/2)$

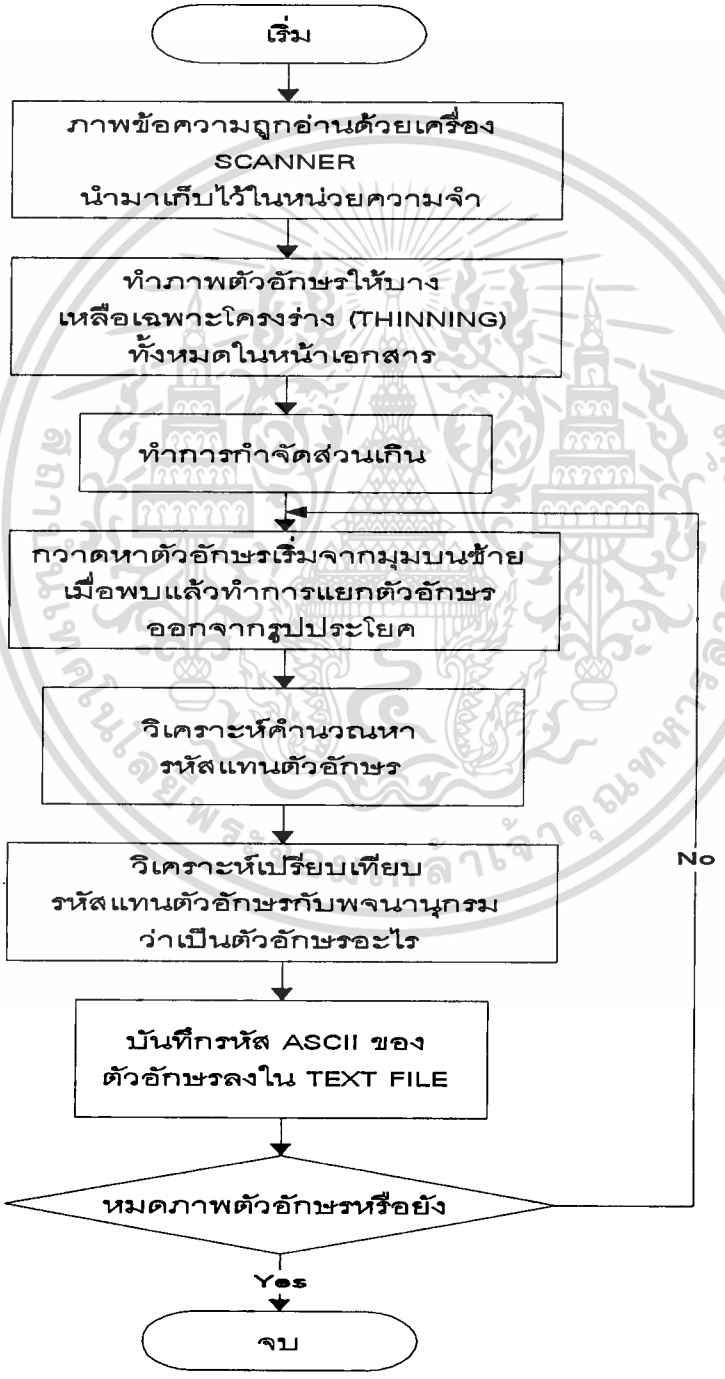
$= P(14,12)$

เมื่อP(X,Y) คือจุดพิกัด X,Y ใด ๆ ที่เป็นจุดศูนย์กลางของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5
การวิเคราะห์ภาพอักษร

ในกระบวนการ การรู้จำอักษร ดังได้กล่าวมาแล้วสามารถแสดงอัลกอริทึมการทำงานของกระบวนการการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษได้ในรูปที่ 20 ซึ่งในขั้นตอนต่างๆ ตั้งแต่เริ่มต้นจนถึงขั้นตอนการแยกภาพอักษรได้กล่าวไว้แล้วในบทข้างต้น สำหรับในบทนี้จะได้กล่าวถึงการวิเคราะห์ภาพอักษรเพื่อการรู้จำ



รูปที่ 20 แสดงอัลกอริทึมการทำงานของกระบวนการรู้จำอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาพอักษรที่ผ่านกระบวนการเตรียมการเพื่อการรู้จำแล้ว จะถูกนำมาวิเคราะห์หารหัสแทนตัวอักษร เพื่อที่จะได้นำรหัสแทนตัวอักษรไปตรวจสอบกับฐานความรู้ต่อไป รหัสแทนตัวอักษรนั้นจะใช้หน่วยความจำขนาด 10 ไบต์ในการจัดเก็บ ซึ่งจะได้กล่าวถึงที่มาของแต่ละไบต์ต่อไป

5.1 การหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยี[3]

การวิเคราะห์ภาพอักษรเพื่อรู้จำ โดยการวิเคราะห์โครงร่างของตัวอักษร[6] (Syntactic Analysis) เป็นวิธีหนึ่งที่นิยมใช้ โดยภาพที่จะวิเคราะห์นี้เป็นภาพโครงร่างที่ผ่านการทำให้บาง (Thinning) มาแล้ว ซึ่งเราสามารถนำคุณสมบัติทางโทโปโลยีมาใช้วิเคราะห์ตัวอักษรได้ วิธีการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีจะใช้วิธีการกำหนดหน้าต่างขนาด 3*3 ครอบบิตที่ต้องการหา ซึ่งค่า $x_0, x_1, x_2, x_3, \ldots, x_8$ เป็นบิตทางดิจิตอลมีค่าเป็น 0 หรือ 1 โดยพิจารณาเฉพาะเมื่อ X_0 มีค่าเท่ากับ 1 เท่านั้น ลักษณะของคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพเป็นจุดตัด,จุดต่อ,จุดปลาย,จุดแยกและจุดโดดเดี่ยวดังได้กล่าวมาแล้วในบทที่ 3 ภาพโครงร่างที่ผ่านการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพแล้ว จะนำคุณสมบัติของจุดภาพไปกำหนดเป็นรหัสแทนตัวอักษรต่อไป

5.2 การหามุมของเส้นโครงร่างอักษร

เส้นภาพโครงร่างอักษร ในแต่ละช่วงอาจเป็นแนวเอียงซ้ายเอียงขวาหรือเป็นเส้นตรงในแนวนอนหรือแนวตั้ง ดังนั้นเราจะใช้การหามุมของเส้นประกอบในการกำหนดขนาดรหัสแทนตัวอักษร มุมของลายเส้นที่เป็นแนวเอียงซ้าย เอียงขวา แนวตั้ง และแนวนอนดังรูปที่ 21 จะใช้การกำหนดหน้าต่าง 3*3 ในการมุมของเส้น

จากหน้าต่าง 3*3 ที่ได้แสดงในรูปที่ 8 จะถูกนำมาใช้ในการตรวจกวาดหามุมของลายเส้น เมื่อพิจารณาถึงลักษณะของแนวเส้นแต่ละชนิดแล้ว สามารถหาสมการที่แทนมุมของลายเส้นในแต่ละชนิดได้ดังนี้

เส้นเอียงซ้าย = P_4 & P_8

เส้นเอียงขวา = P_2 & P_6

เส้นแนวตั้ง = P_3 & P_7

เส้นแนวนอน = P_1 & P_5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอียงซ้าย แนวตั้ง เอียงขวา แนวนอน

รูปที่ 21 แสดงมุมของเส้น

1	0	0
0	1	0
0	0	1

0	1	0
0	1	0
0	1	0

0	0	1
0	1	0
1	0	0

0	0	0
1	1	1
0	0	0

เอียงขวา แนวตั้ง เอียงซ้าย แนวนอน

รูปที่ 22 แสดงการหามุมของลายเส้นจากสมการ

จากรูปที่ 22 การกำหนดขนาดน้ำหนักของลายเส้นนั้นจะให้ค่าที่แตกต่างกันดังนี้

เส้นเอียงขวา มีค่าเท่ากับ 1

เส้นแนวตั้ง มีค่าเท่ากับ 2

เส้นเอียงซ้าย มีค่าเท่ากับ 3

เส้นแนวนอน มีค่าเท่ากับ 4

5.3 ขั้นตอนการวิเคราะห์ภาพอักษร

5.3.1 การแบ่งภาพเพื่อการหารหัสแทนตัวอักษร

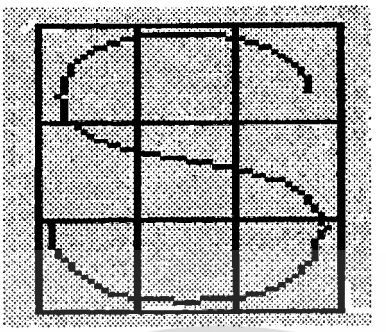
การแบ่งภาพอักษรออกเป็น 9 ส่วนดังแสดงในรูปที่ 23 ในแต่ละส่วนจะมีการตรวจเช็คหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีและสถิติของมุมของลายเส้น เพื่อที่จะกำหนดเป็นค่าบิตใน 1 ไบต์ รวมทั้งหมดเป็น 9 ไบต์

5.3.2 การหาสถิติของมุมลายเส้น

ในแต่ละส่วนของภาพอักษรที่ถูกแบ่งออกมา สามารถหามุมเส้นของภาพโครงร่างอักษรที่เป็นมุมเอียงซ้าย,เอียงขวา,แนวตั้ง,แนวนอน ซึ่งได้กล่าวถึงวิธีการหาแล้วในหัวข้อที่ผ่านมา ซึ่งเราได้ใช้เมตริกซ์ 3*3 ตรวจกวาดหาดูว่ามุมเส้นชนิดใดที่มีสถิติสูงที่สุดก็จะนำ

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ค่าของมุมค่าของมุมเส้นที่มีสถิติสูงสุดที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อ 5.2 ไปกำหนดรหัสอักษรในรูปที่ 26 แสดงการเก็บสถิติการเกิดมุมของลายเส้นจากการตรวจกวาด โดยใช้หน้าต่าง 3*3 ตรวจกวาดในช่องที่ 3 ของรูปที่ 23



รูปที่ 23 แสดงการแบ่งภาพออกเป็น 9 ส่วน

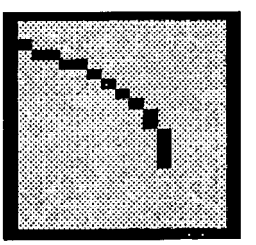
5.3.3 การกำหนดค่าบิตในแต่ละไบต์

ในแต่ละบิตของแต่ละไบต์ถูกกำหนด โดยค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีที่เป็นจุดต่อ,จุดปลาย,จุดตัด,จุดแยก และจุดโดดเดี่ยวและมุมของลายเส้นที่มีค่าสถิติสูงสุดดังนี้

บิตที่ 0 ถึง 2 เป็นค่าของมุมลายเส้นที่มีค่าสถิติสูงสุด
บิตที่ 3 เป็นค่าของจุดต่อ
บิตที่ 4 เป็นค่าของจุดปลาย
บิตที่ 5 เป็นค่าของจุดแยก
บิตที่ 6 เป็นค่าของจุดตัด
บิตที่ 7 เป็นค่าของจุดโดดเดี่ยว

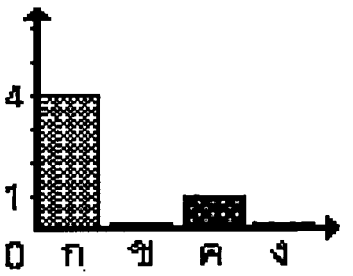
X	X	X	X	X	X	X	X
7	6	5	4	3	2	1	0

รูปที่ 24 แสดงการกำหนดรหัสในแต่ละบิต (x=0,1)



รูปที่ 25 แสดงภาพลายเส้นของช่องที่ 3 ของรูปที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ก = มุมเอียงซ้าย
ข = มุมเอียงขวา
ค = มุมแนวตั้ง
ง = มุมแนวนอน

รูปที่ 26 แสดงการเก็บสถิติการเกิดมุมของลายเส้นของช่องที่ 3 ของรูปที่ 23

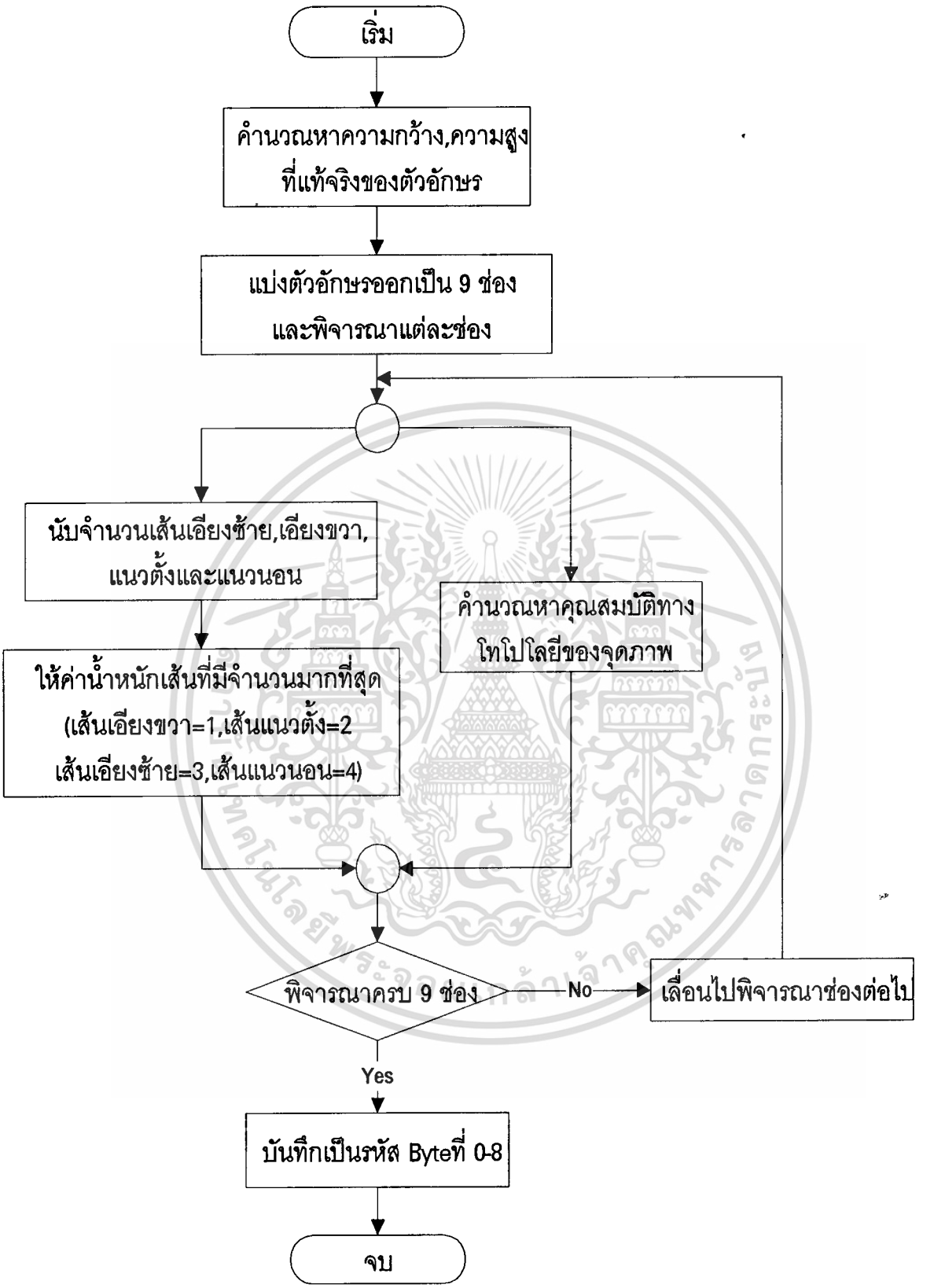
ในรูปที่ 25 จากการตรวจกวาดพบว่ามีจุดภาพที่เป็นจุดต่อและจุดปลายอยู่และในรูปที่ 26 จากการเก็บสถิติพบว่า มุมเอียงซ้ายมีค่าสูงที่สุดคือ 4 ดังนั้นค่าของมุมเอียงซ้ายคือ 3 จะนำมากำหนดเป็นรหัสแทนช่องที่ 3 ขนาด 1 ไบต์ได้ดังรูปที่ 27

0	0	0	1	1	0	1	1
7	6	5	4	3	2	1	0

รูปที่ 27 แสดงการกำหนดรหัสแทนช่องที่ 3 ของรูปที่ 23 ขนาด 1 ไบต์

จากขั้นตอนต่างๆที่ได้กล่าวมาเริ่มตั้งแต่การแบ่งภาพเพื่อหารหัสแทนตัวอักษรจนถึงการกำหนดค่าบิตในแต่ละไบต์ สามารถแสดงอัลกอริทึมการทำงานของขั้นตอนต่างๆได้ดังรูปที่ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



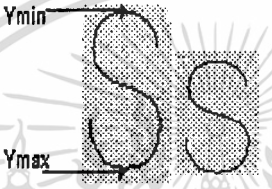
รูปที่ 28 แสดงอัลกอริทึมการวิเคราะห์หารหัสแทนตัวอักษร 9 ไบต์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.4 การแยกความแตกต่างของตัวอักษร

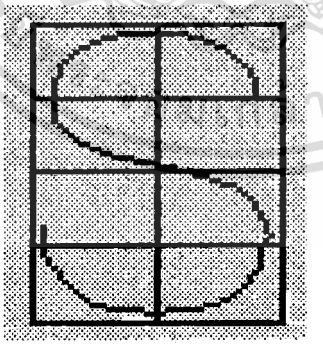
ตัวอักษรที่มีลักษณะเหมือนกันทั้งตัวพิมพ์ใหญ่หรือตัวพิมพ์เล็ก เช่น อักษรตัว o หรือ s เมื่อหารหัสออกมาแล้วจะให้ค่าที่เหมือนกัน ดังนั้นจึงต้องหาค่าความแตกต่างของตัวอักษรเพื่อให้รหัสที่ได้มีค่าต่างกัน วิธีที่จะกล่าวถึงต่อไปนี้ จะใช้จัดการในการแยกความแตกต่างของตัวอักษร

จากกระบวนการแยกตัวอักษร ที่ใช้หลักของความกว้างและความสูงของตัวอักษรในแยกภาพตัวอักษรจากภาพประโยคนั้น การหาความสูงจะใช้การตรวจกวาดในแนวนอนหาส่วนที่สูงสุดและต่ำที่สุดของตัวอักษรในหนึ่งบรรทัด ส่วนการหาความกว้างของตัวอักษรใช้การตรวจกวาดในแนวตั้งหาช่องว่างระหว่างตัวอักษร จากนั้นจึงจะแยกภาพอักษรออกจากประโยค



รูปที่ 29 แสดงการหาความสูงของตัวอักษร

ภาพที่ถูกแยกออกมาแล้ว จะผ่านกระบวนการทำให้บางและกำจัดส่วนเกิน จากนั้นจะถูกแบ่งออกเป็น 8 ส่วน ดังแสดงในรูปที่ 30 เพื่อใช้แยกความแตกต่างของตัวอักษรที่ให้รหัสแทนตัวอักษรเหมือนกัน

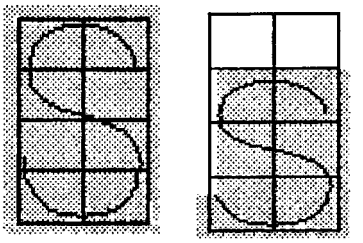


รูปที่ 30 แสดงการแบ่งภาพตัวอักษรออกเป็น 8 ส่วน

เพื่อแยกความแตกต่าง เราจึงใช้หน่วยความจำขนาด 1 ไบต์ในการจัดเก็บรหัสความแตกต่างของอักษร ซึ่งค่าในแต่ละบิตนี้ถูกกำหนดโดยโครงร่างภาพอักษรที่ทำการแยกออกเป็น 8 ส่วน จากนั้นใช้การกวาดหาจุดภาพในแต่ละช่องที่แบ่งออกในแต่ละช่อง ช่องใด

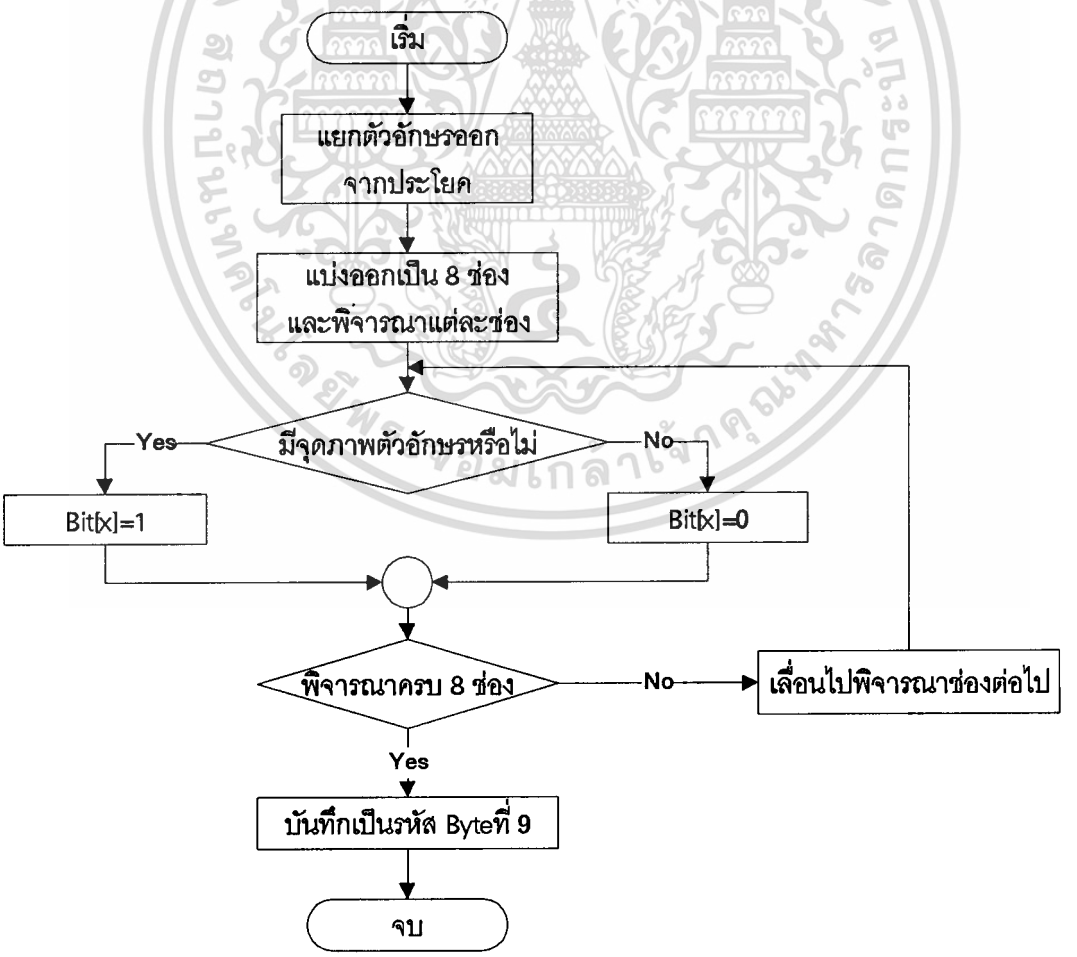
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อตรวจกวาดแล้วพบว่ามีจุดภาพอยู่ จะกำหนดให้ค่าบิตของช่องนั้นเป็น 1 และถ้าช่องนั้นไม่มีจุดภาพจะกำหนดให้ค่าบิตของช่องนั้นเป็น 0



รูปที่ 31 แสดงการแยกความแตกต่างของอักษรตัว S

จากรูปที่ 31 เป็นตัวอย่างแสดงการแยกความแตกต่างของตัวอักษรตัว S เราจะเห็นได้ชัดเจนว่า เมื่อมีการตรวจกวาดหาโครงร่างอักษรในแต่ละช่องแล้วในบางช่องของอักษรพิมพ์เล็กจะไม่มีโครงร่างอักษรอยู่เลย ดังนั้นเมื่อนำไปกำหนดเป็นรหัสแล้วจะให้ค่าที่แตกต่างกัน จากวิธีการแยกความแตกต่างของตัวอักษรสามารถแสดงอัลกอริทึมการทำงานได้ดังรูปที่ 32



รูปที่ 32 แสดงอัลกอริทึมการแยกความแตกต่างของตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.3.5 การกำหนดรหัสแทนตัวอักษร

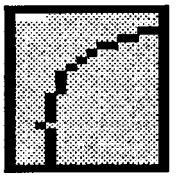
จากกระบวนการต่างๆที่ได้กล่าวมาในหัวข้อข้างต้นนี้ เมื่อนำมารวมเป็นรหัสที่ใช้แทนตัวอักษรแต่ละตัวจะใช้หน่วยความจำขนาด 10 ไบต์ ดังแสดงในรูปที่ 33 โดยในไบต์ที่ 0 ถึง 8 เป็นรหัสที่ได้จากการหาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพประกอบกับค่ามุมของลายเส้นที่มีค่าสถิติสูงสุดในช่องที่ 0 ถึง 8 ตามลำดับและในไบต์ที่ 9 เป็นรหัสที่เพิ่มขึ้นมาเพื่อใช้แยกความแตกต่างของตัวอักษรบางตัวที่เหมือนกันทั้งตัวพิมพ์เล็กและพิมพ์ใหญ่

X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

รูปที่ 33 แสดงการจัดวางตำแหน่งรหัสแทนตัวอักษรทั้ง 10 ไบต์

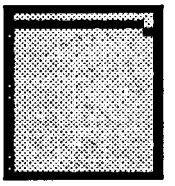
เมื่อ ไบต์ที่ 0 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 0
ไบต์ที่ 1 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 1
ไบต์ที่ 2 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 2
ไบต์ที่ 3 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 3
ไบต์ที่ 4 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 4
ไบต์ที่ 5 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 5
ไบต์ที่ 6 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 6
ไบต์ที่ 7 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 7
ไบต์ที่ 8 แทนรหัสที่ได้จากการหารหัสในช่องที่ 8
ไบต์ที่ 9 แทนรหัสที่ได้จากการแยกความแตกต่างของตัวอักษร

ตัวอย่าง การหารหัสแทนตัวอักษร



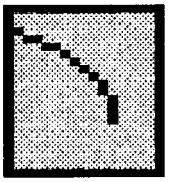
CODE = 0A

(ก)



CODE = 0C

(ข)

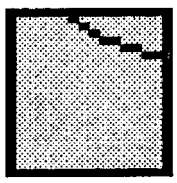


CODE = 1B

(ค)

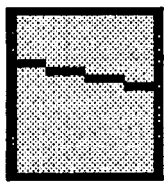
รูปที่ 34 แสดงการแทนรหัสที่ได้จากการหาค่าในแต่ละช่องของรูปที่ 23

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



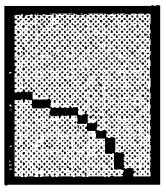
CODE = 0B

(ง)



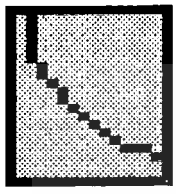
CODE = 0C

(จ)



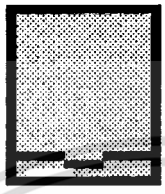
CODE =0B

(ฉ)



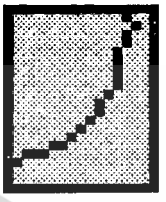
CODE = 1B

(ช)



CODE = 0C

(ซ)



CODE = 0B

(ฌ)

รูปที่ 34 แสดงการแทนรหัสที่ได้จากการหาค่าในแต่ละช่องของรูปที่ 23(ต่อ)

จากรูปที่ 23 อักษรที่ถูกแบ่งออกเป็น 9 ส่วน จะถูกตรวจกวาดหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีและเก็บสถิติการเกิดมุมของลายเส้น แล้วนำมากำหนดรหัสแทนตัวอักษรจำนวน 9 ไบต์ตั้งแต่ ไบต์ที่ 0 ถึงไบต์ที่ 8 ดังรูปที่ 34(ก) ถึง 34(ฌ) และรหัสความแตกต่างของตัวอักษรจากรูปที่ 30 ถูกกำหนดเป็นไบต์ที่ 9 เมื่อนำรหัสที่ได้จากรูปที่ 34 และ จากรูปที่ 30 มาเรียงกันก็จะได้รหัสแทนตัวอักษรที่สมบูรณ์ดังแสดงในรูปที่ 35

FF	0B	0C	1B	0B	0C	0B	1B	0C	0A
9	8	7	6	5	4	3	2	1	0

รูปที่ 35 แสดงรหัสแทนตัวอักษรที่สมบูรณ์ของอักษรตัว S

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 6
โปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ

โปรแกรมที่ใช้สำหรับวิเคราะห์การรู้จำอักษรภาษาอังกฤษ เขียนด้วยภาษาซี (Turbo C Version 2) เวอร์ชั่น 2.0 ใช้สำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ทั่วไป โดยโปรแกรมนี้จะรับข้อมูลภาพจากไฟล์ที่มีฟอร์แมตเป็น .PCX เท่านั้น ดังนั้นก่อนใช้งานโปรแกรมนี้ ต้องมีข้อมูลภาพอักษรที่เป็น .PCX ก่อน โดยอ่านภาพข้อความอักษรด้วยเครื่องตรวจกวาดภาพเพื่อทำการบันทึกข้อมูลภาพตัวอักษรลงในหน่วยความจำหรือแผ่นดิสก์ จึงจะสามารถนำข้อมูลภาพมาวิเคราะห์ในโปรแกรมนี้ได้

การใช้งานโปรแกรม ในโปรแกรมได้จัดทำเป็นเมนูสำหรับเลือกฟังก์ชั่นการใช้งานที่เป็นประโยชน์และสะดวกต่อผู้ใช้ดังรูปที่ 36

รูปที่ 36 แสดงภาพเมนูหลักของโปรแกรม

6.1 คุณสมบัติเฉพาะของโปรแกรม

โปรแกรมได้สร้างให้เหมาะกับการใช้งานประกอบด้วยคุณสมบัติ ดังนี้

1. อ่านชื่อ file ข้อมูลภาพ ชนิด .PCX
2. แสดงภาพข้อมูลให้ปรากฏที่จอภาพ พร้อมบังคับภาพเลื่อนขึ้นลงหรือซ้าย ขวาได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. โปรแกรมสามารถแยกภาพตัวอักษรออกจากกลุ่มข้อความที่ประกอบด้วยภาพตัวอักษรหลายบรรทัดได้
4. ภาพตัวอักษรจะถูกทำให้บางเหลือเป็นโครงร่างที่มีความหนาของลายเส้นเพียงจุดเดียวก่อนที่จะทำการวิเคราะห์
5. วิเคราะห์ภาพอักษร โดยใช้คุณสมบัติทางโทโปโลยีของจุดภาพที่ประกอบไปด้วย จุดตัด จุดต่อ จุดแยก จุดปลาย จุดโดดเดี่ยวและจุดภายใน ร่วมกับการหาสถิติสูงสุดของมุมเส้นมากำหนดเป็นรหัสแทนตัวอักษร
6. อักษรใดที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้ จะแสดงภาพรูปร่างอักษรตัวนั้นให้ผู้ใช้ตัดสินใจเอง
7. ผลลัพธ์ที่ได้จากการวิเคราะห์อักษรถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อมูลอักษร

6.2 การใช้งานโปรแกรม

6.2.1 โปรแกรมและไฟล์ที่เกี่ยวข้อง

ในการเตรียมโปรแกรมสำหรับใช้งาน ประกอบด้วย

1. โปรแกรมการรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษภายใต้ชื่อ OCR
2. กลุ่มไฟล์ (File) ข้อมูลภาพที่มีฟอร์แมตเป็น .PCX

6.2.2 อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบร่วม

อุปกรณ์ที่ใช้ประกอบร่วมการทำงาน ของโปรแกรมวิเคราะห์การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ ประกอบด้วย

1. เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์
2. จอภาพ
3. เครื่องตรวจกวาดภาพ
4. เมาส์ (Mouse)
5. โปรแกรมควบคุมการทำงาน วิเคราะห์การรู้จำอักษรภาษาอังกฤษ

6.2.3 รายละเอียดเมนู (Menu)

ทำการ Run โปรแกรมการรู้จำโดยพิมพ์ ดังนี้

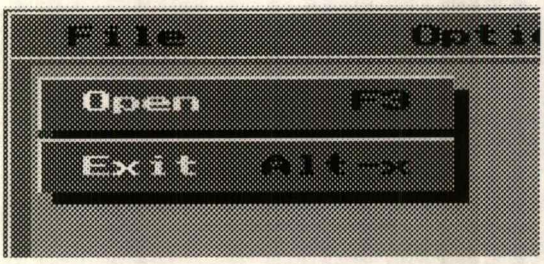
A> OCR <ENTER>

จะปรากฏภาพเมนูการใช้งาน ดังรูปที่ 36

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

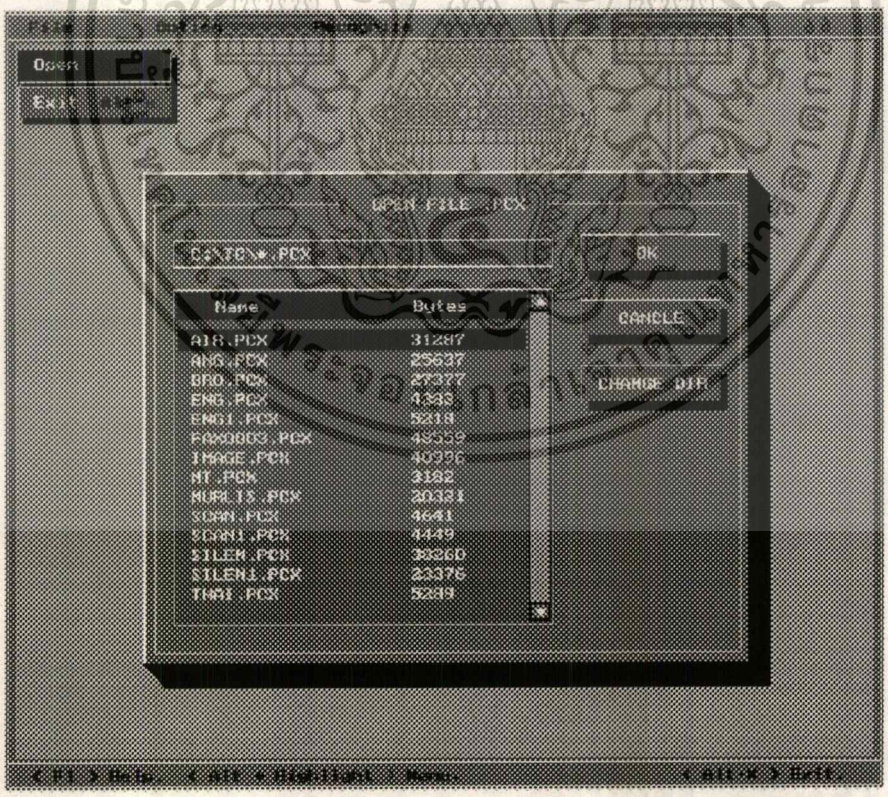
6.2.4 การเปิดแฟ้มข้อมูลภาพ

1. เลือกเมนู "FILE" โดยการ Click Mouse จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมที่มีรายละเอียด Menu ย่อยดัง รูปที่ 37



รูปที่ 37 แสดงรายละเอียดเมนู "FILE"

2. เลื่อนฟังก์ชั่น "OPEN" โดยการ Click Mouse จะปรากฏรายละเอียดชื่อของแฟ้มข้อมูลภาพอักษรให้เลือก ดังรูปที่ 38 หรือสามารถพิมพ์ชื่อแฟ้มข้อมูลในกรอบสี่เหลี่ยมก็ได้เมื่อเลือกได้แล้วกด Enter จะปรากฏภาพอักษรที่เป็นแฟ้มข้อมูล ดังแสดงตัวอย่าง ดังรูปที่ 39



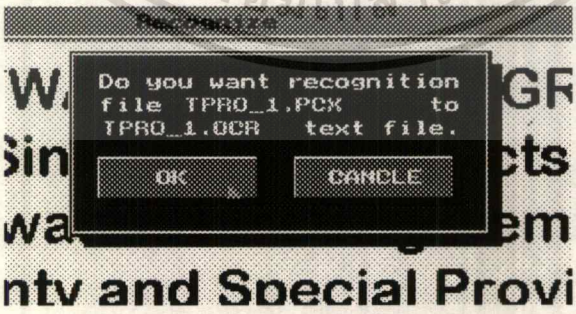
รูปที่ 38 แสดงรายละเอียดชื่อแฟ้มข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 39 แสดงแฟ้มข้อมูลภาพอักษรที่เลือกมาทำการวิเคราะห์

6.2.5 การวิเคราะห์ภาพอักษร

1. หลังจากเลือกแฟ้มข้อมูลภาพอักษรที่ต้องการแล้ว กลับไปที่เมนูหลัก "RECOGNIZE" โดยการ Click Mouse จะปรากฏภาพดังแสดงในรูปที่ 40 โปรแกรมจะถามเพื่อความแน่ใจในการเข้าสู่กระบวนการรู้จำ

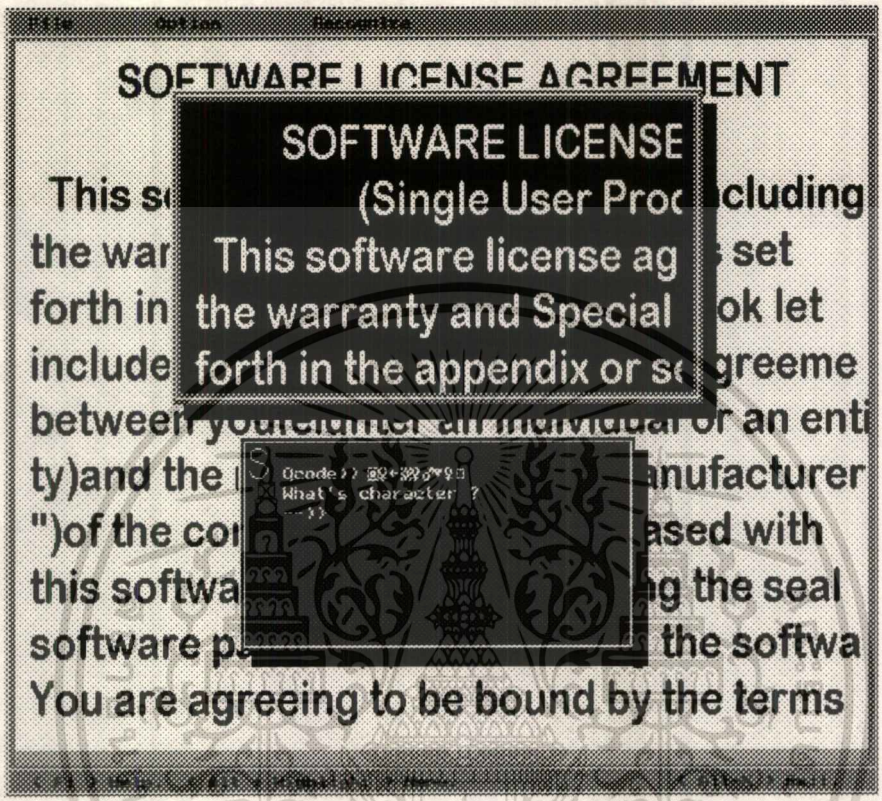


รูปที่ 40 แสดงภาพเมนู "RECOGNIZE"

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. ตอบตกลง โดยการ Click Mouse

เมื่อโปรแกรมไม่สามารถวิเคราะห์อักษรได้ จะแสดงภาพอักษรเพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจเลือกตัวอักษรเอง ดังรูปที่ 41



รูปที่ 41 แสดงภาพอักษรที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้เพื่อให้ผู้ใช้ตัดสินใจ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รูปที่ 42 แสดงแฟ้มข้อมูลอักษรหลังการวิเคราะห์

จากรูปที่ 42 เมื่อข้อมูลภาพผ่านการวิเคราะห์แล้ว จะถูกนำไปจัดเก็บไว้ในหน่วยความจำ โดยจัดเก็บในรูปของแฟ้มข้อมูลอักษร (Text File)

6.2.6 การออกจากโปรแกรม

เลือกเมนู"FILE" โดยการClick Mouse จะปรากฏกรอบสี่เหลี่ยมที่มีรายละเอียด Menu ย่อยดัง รูปที่ 36 ให้เลือก Exit แล้ว Click Mouse

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 7
การทดสอบโปรแกรม

จากโปรแกรมที่สร้างขึ้นมา เพื่อให้แน่ใจว่าโปรแกรมสามารถใช้งานได้ และมีประสิทธิภาพมากน้อยเพียงใดจึงได้ทำการทดสอบโปรแกรมกับอักษรข้อความจริงโดยเลือกรูปแบบของตัวอักษรหลายลักษณะ ในการทดสอบดำเนินการทดสอบได้ดังนี้

7.1 การสร้างการรู้จำให้โปรแกรม (Learning)

ภาพตัวอักษรทั้งพยัญชนะและอักขระทุกตัวตามรูปที่ 43 จะถูกอ่านด้วยเครื่องตรวจกวาดภาพ และผ่านกระบวนการต่างๆของโปรแกรมการรู้จำจนได้ค่ารหัสแทนตัวอักษรเก็บไว้เป็นฐานข้อมูล เพื่อการเปรียบเทียบกับชุดรหัสของอักษรตัวใหม่ที่ไม่ทราบว่าเป็นตัวอักษรอะไรให้สามารถระบุได้ถูกต้อง

ABCDEFGHIJKLMNOP

QRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnop

qrstuvwxyz

รูปที่ 43 แสดงตัวอย่างอักษรต้นแบบ

7.2 การทดสอบอักษรจากบทความตัวอักษรที่มีรูปแบบเดียวกันกับอักษรต้นแบบ

จากอักษรต้นแบบที่ได้เคยทำการทดลองวิเคราะห์ เพื่อการรู้จำให้โปรแกรมจากหัวข้อ 7.1 เมื่อนำบทความหนึ่งที่มีรูปแบบและขนาดเดียวกัน ดังแสดงเป็นตัวอย่างไว้ในรูปที่ 44 มาทำการทดสอบกับโปรแกรมการรู้จำผลปรากฏว่า จากจำนวนอักษรทั้งหมด 354 ตัว สามารถวิเคราะห์ได้ 352 ตัว และไม่สามารถวิเคราะห์ได้ 2 ตัว ทั้งนี้เนื่องด้วยตัวอักษรตัว "I" ที่เป็นตัวพิมพ์ใหญ่และอักษรตัว "l" ที่เป็นตัวพิมพ์เล็ก มีลักษณะที่เหมือนกันทุกประการทำให้การวิเคราะห์เกิดความผิดพลาด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement,including the warranty and Special Provisions set forth in the appendix or separate booklet included in this package, is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product.By opening the sealed software packet(s) and/or using the software, you are agreeing to be bound by the terms of this agreement.

รูปที่ 44 แสดงบทความที่ใช้ทดสอบมีรูปแบบและขนาดเดียวกับอักษรต้นแบบ

7.3 การทดสอบกลุ่มอักษรหลายรูปแบบกับตัวอักษรต้นแบบ

เพื่อให้โปรแกรมสามารถวิเคราะห์การรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษได้หลายรูปแบบหลายขนาดจึงนำภาพตัวอักษรที่มีรูปแบบต่างกันออกไป จำนวน 8 ชุด ดังแสดงในรูปที่ 45 ซึ่งแต่ละชุดประกอบด้วยพยัญชนะชุดละ 52 ตัว รวมเป็นจำนวนทั้งสิ้น 728 ตัว มาทำการทดสอบโดยการทดสอบที่ละชุด และเมื่ออักษรชุดใดที่กำลังทำการวิเคราะห์หากปรากฏว่าตัวใดไม่สามารถวิเคราะห์ได้ก็จะถูกเลือกรหัส ASCII ให้ และถือเป็นอักษรต้นแบบที่เพิ่มขึ้นใหม่ด้วยผลการทดลองดังแสดงในตารางที่ 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่	ตัวอย่างอักษร	แบบที่	ตัวอย่างอักษร
1	ABCDEFGHIJKLMNOPQ RSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz	2	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
3	ABCDEFGHIJKLMNOP QRSTUVWXYZ abcdefghijklmnop qrstuvwxyz	4	ABCDEFGHIJKLMNOP QRSTUVWXYZ abcdefghijklmnop qrstuvwxyz
5	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz	6	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz
7	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz	8	ABCDEFGHIJKLMN OPQRSTUVWXYZ abcdefghijklmn opqrstuvwxyz

รูปที่ 45 แสดงภาพตัวอย่างอักษรที่แตกต่างกันทั้ง 8 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่	ชื่อแบบตัวอักษร	จำนวน	วิเคราะห์ได้		วิเคราะห์ไม่ได้		วิเคราะห์ผิดพลาด	
		ตัว	ตัว	%	ตัว	%	ตัว	%
1	Geometr231 BT	52	3	5.77	48	92.30	1	1.92
2	Iris UPC	52	6	11.5	44	84.60	2	3.85
3	Cordia UPC	52	3	5.77	48	92.30	1	1.92
4	Browallia NEW	52	6	11.5	44	84.60	2	3.85
5	Century Gothic	52	2	3.85	50	96.15	-	-
6	Dillenia UPC	52	2	3.85	50	96.15	-	-
7	Eucrosia UPC	52	6	11.5	45	86.53	1	1.92
8	Freesia UPC	52	7	13.5	43	82.69	2	3.85

ตารางที่ 2 เปรียบเทียบผลการทดสอบอักษรที่มีรูปต่างกันทั้ง 8 ชุด

7.4 การทดสอบบทความกับอักษรต้นแบบหลายรูปแบบ

เมื่อได้ทำการวิเคราะห์ภาพอักษรต้นแบบรูปแบบต่างๆทั้ง 8 ชุด และรวมกับรหัสต้นแบบเดิมเป็นทั้งหมด 9 ชุด ดังนั้นฐานข้อมูลรหัสของอักษรต้นแบบจะมีทั้งหมด 9 รูปแบบ ซึ่งเป็นการเพิ่มการเรียนรู้ การรู้จำรูปแบบอักษรต่างๆให้มากขึ้น ดังนั้นเมื่อนำบทความรูปแบบต่างๆ เช่นเดียวกันกับอักษรชุดต่างๆทั้ง 9 ชุดมาทำการทดสอบอีกครั้งก็สามารถสรุปผลการทดลองได้ดังตารางที่ 3 ลักษณะข้อมูลภาพที่เป็นบทความ แสดงไว้ในภาคผนวกข. รูปที่ 46 แสดงตัวอย่างของบทความที่มีรูปแบบตัวอักษรเหมือนกับอักษรต้นแบบนั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่	ตัวอย่างอักษร	แบบที่	ตัวอย่างอักษร
1	Thissoftwarelicense agreement,including the warranty and Special Provisions set forth in the appendix	2	Thissoftware license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix
3	This software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix	4	This software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix
5	Thi software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix	6	This software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix
7	This software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix	8	This software license agreement,including the warranty and SpecialProvisions set forth in the appendix

รูปที่ 46 แสดงตัวอย่างบทความที่แตกต่างกันทั้ง 8 ชุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แบบที่	ชื่อแบบตัวอักษร	จำนวน	วิเคราะห์ได้		วิเคราะห์ไม่ได้		วิเคราะห์ผิดพลาด	
		ตัว	ตัว	%	ตัว	%	ตัว	%
1	Geometr231 BT	354	317	89.0	30	8.47	7	1.98
2	Iris UPC	354	325	91.8	18	5.08	12	3.39
3	Cordia UPC	354	332	93.8	12	3.04	10	2.82
4	Browallia New	354	337	95.2	7	1.98	10	2.82
5	Century Gothic	354	339	95.8	8	2.26	7	1.98
6	Dillenia UPC	354	323	91.2	31	8.75	-	-
7	Eucrosia UPC	354	295	83.3	59	16.6	-	-
8	Freesia UPC	354	330	93.2	24	6.78	-	-

ตารางที่ 3 เปรียบเทียบผลการทดสอบบทความที่มีรูปแบบต่างกัน 8 ชุด

7.5 บทสรุป

ในโครงงานนี้ประกอบด้วยการทำงานหลายขั้นตอนสามารถสรุปการทำงานดังนี้

7.5.1 ข้อมูลภาพตัวอักษรกับการรู้จำ

คุณภาพของข้อมูลภาพตัวอักษรนับเป็นปัญหาที่สำคัญเทคนิคที่เลือกใช้สำหรับการวิเคราะห์และรู้จำตัวอักษรโดยพิจารณาคุณสมบัติทางโทโปโลยีของลายเส้นโครงร่างตัวอักษร เป็นวิธีการที่ไม่ยุ่งยากซับซ้อนจนเกินไป มีการประมวลผลไม่มากนักสามารถทำการวิเคราะห์และรู้จำได้อย่างรวดเร็วและให้ความถูกต้องแม่นยำสูงด้วยคุณภาพของข้อมูลภาพตัวอักษรต้นฉบับที่สมบูรณ์ชัดเจน ในส่วนของการผิดพลาดของการรู้จำเกิดจากตัวอักษรที่มีลักษณะคล้ายกันมาก เช่น "I" กับ "l" และถ้าคุณภาพของข้อมูลภาพมีลักษณะไม่สมบูรณ์ เช่น ลายเส้นขาดหรือแหว่งหรือติดกันจะทำให้การวิเคราะห์และรู้จำไม่สามารถทำได้ แต่ในส่วนนี้ได้แก้ไข โดยเพิ่มส่วนติดต่อกับผู้ใช้เข้าไปในโปรแกรมการทำงานของระบบ เพื่อให้ผู้ใช้ระบุว่า ตัวอักษรนั้นเป็นตัวอะไร

อีกกรณีหนึ่งที่จะทำให้การรู้จำผิดพลาดไปได้ก็คือภาพหน้าเอกสารเอียงซึ่งเกิดจากการวางกระดาษบนเครื่องตรวจกวาดภาพไม่ตรง เมื่อทำการตรวจกวาดภาพกรณีดังกล่าวนี้ถ้าหน้าเอกสารเอียงไปด้านใดด้านหนึ่ง เมื่อทำการรู้จำตัวอักษรก็จะทำให้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การรู้จำผิดพลาดไป การรู้จำที่ผิดพลาดก็คือการประมวลผลที่ได้รหัสแทนตัวอักษรที่แตกต่างไปไม่ถูกต้องตามรูปแบบของตัวอักษรนั้นแนวทางแก้ไขสามารถทำได้โดยการจัดวางหน้ากระดาษเสียใหม่ให้ตรงแล้วทำการตรวจกวาด

7.5.2 ข้อจำกัดการทำงานของระบบ

1. ข้อจำกัดของการทำงานในส่วนการวิเคราะห์

เนื่องจากการวิเคราะห์ เป็นการประมวลผลภาพหน้าเอกสารทั้งหน้า ขนาดมิติของหน้าเอกสารและความละเอียดของจุดภาพเป็นตัวแปรที่สำคัญที่กำหนดขนาดข้อมูลภาพ ขนาดมิติที่ใหญ่จะทำให้ข้อมูลภาพมีขนาดใหญ่และความละเอียดของจุดภาพที่มีค่ามากก็ทำให้ข้อมูลภาพมีขนาดใหญ่มากเช่นกัน ดังนั้นการทำงานในขั้นตอนนี้จึงถูกจำกัดด้วยขนาดของหน่วยความจำของเครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้

2. ข้อจำกัดของการทำงานในส่วนของการรู้จำตัวอักษร

ในวิธีการนี้มีข้อจำกัดของการทำงาน เช่น คุณภาพของตัวอักษรที่ทำการรู้จำต้องมีคุณภาพดี ลายเส้นตัวอักษรต้องสมบูรณ์ไม่ขาดแหว่งหรือลายเส้นของภาพตัวอักษรต้องไม่ผิดเพี้ยนเนื่องจากหมึกพิมพ์ที่ซึมเปื้อนมากเกินไป รูปแบบตัวอักษรก็ต้องเป็นรูปแบบเดียวกันที่ได้คำนวณหารหัสแทนตัวอักษรเก็บไว้เป็นพจนานุกรมสำหรับการรู้จำแล้ว ไม่ว่าจะเป็นขนาดเล็กหรือใหญ่ก็ดีตัวปกติหรือตัวเอียงก็ดี อย่างไรก็ตาม การเตรียมข้อมูลที่ดี เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดดังเช่นที่กล่าวมาข้างต้น ยังพอจะให้ประสิทธิภาพของการรู้จำที่สามารถยอมรับได้

3. ข้อเสนอแนะสำหรับแนวทางการพัฒนาในอนาคต

โครงงานนี้เน้นการวิเคราะห์โดยใช้คุณสมบัติทางโทโปโลยีของลายเส้นโครงร่างภาพอักษร ซึ่งสามารถนำไปใช้งานได้จริง ในส่วนของการรู้จำตัวอักษร การเพิ่มเติมความสามารถในการย่อและขยาย การปรับหมุนภาพ และการกำจัดส่วนรบกวน (Noise) ของภาพตัวอักษรจะทำให้การรู้จำมีความถูกต้องแม่นยำสูงมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอบพระคุณ อาจารย์ ทรงชัย วีระทวีมาศ และอาจารย์ อรัญญา ปรีชาไว ที่ได้ให้ความอนุเคราะห์ให้คำปรึกษาแนะนำการจัดทำปริญญานิพนธ์ฉบับนี้ จนสำเร็จลุล่วงด้วยดี

ขอขอบคุณผู้มีส่วนร่วมในการจัดทำปริญญานิพนธ์ทุกท่าน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. รศ.ดร.ชม กิ้มปาน "ทฤษฎีการจดจำรูปแบบเบื้องต้น (Pattern Recognition Principles)", ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ พิมพ์ครั้งที่ 1,กรกฎาคม 2525
2. รศ.ดร.ชม กิ้มปาน "การรู้จำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาไทยของคอมพิวเตอร์ (Printed Thai Character Recognition)", ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง กรุงเทพฯ
3. ประกาศิต ชาติบุรุษ ,ธนา หงษ์สุวรรณ ,วัชระ ฉัตรวิริยะและดร.บุญวัฒน์ อัตชู "การแยกแยะตัวพิมพ์ภาษาไทยทีละตัวจากคำ", บทความการประชุมทางวิชาการ "การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในทางวิศวกรรม",มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่ ,11-12 กุมภาพันธ์ 2531
4. ทรงชัย วีระทวีมาศ ,ครรชิต ไมตรี และ เกรียงไกร โชวเจริญสุข, "การปรับปรุงวิธีการหาค่าคุณสมบัติทางโทโปโลยีของภาพดิจิตอลทั่วไป",บทความการประชุมทางวิชาการวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 13 ณ. มหาวิทยาลัยเชียงใหม่, พ.ศ.2533
5. ทรงชัย วีระทวีมาศ และ ดร. กิตติ ไพฑูรย์วัฒนกิจ, " อัลกอริทึมในการทำให้วัสดุในภาพบางอย่างรวดเร็ว (Fast Algorithm for Image Thinning)", บทความการประชุมทางวิชาการ ประจำปี 2534 ณ.วิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย, 31 ตุลาคม ถึง 3 พฤศจิกายน 2534
6. สุรสิทธิ์ ราตรี "การรู้จำอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยโดยวิธีค้นหาลักษณะโครงสร้างของลายเส้น (Recognition of Printed Thai Character Using Topological Feature Extraction)" วิทยานิพนธ์มหาบัณฑิต คณะวิศวกรรมศาสตร์สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบังกรุงเทพฯ,ประจำปีการศึกษา 2533
7. อนุชิต จารุวนารัตน์,สุรสิทธิ ราตรี และ รศ.ดร. ชม กิ้มปาน, "การแยกภาพตัวอักษรไทยออกจากภาพประโยค",การประชุมวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 10,คณะวิศวกรรมศาสตร์จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย, พฤษภาคม 2530
8. สมศักดิ์ วลัยรัชต์ และรศ.ดร. ชม กิ้มปาน, "การแยกและจัดกลุ่มตัวอักษรพิมพ์หลายรูปแบบ",การประชุมทางวิศวกรรมไฟฟ้าครั้งที่ 14,คณะวิศวกรรมศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, พฤศจิกายน 2534
9. สมศักดิ์ วลัยรัชต์,สุรสิทธิ์ ราตรีและรศ.ดร. ชม กิ้มปาน, "การจดจำรูปแบบอักษรพิมพ์ภาษาไทย",บทความประชุมวิชาการและนิทรรศการ"การประยุกต์ใช้คอมพิวเตอร์ในทางวิศวกรรม", มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่, กุมภาพันธ์ 2531

เอกสารนี้มีลิขสิทธิ์ ห้ามนำไปใช้เพื่อประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก
โครงสร้างแฟ้มข้อมูล .PCX

ข้อมูลภาพที่ได้จากเครื่องตรวจกวาดภาพ (Image Scanner) จะถูกเก็บไว้เป็นแฟ้มข้อมูลซึ่งการเก็บที่เหมือนหรือแตกต่างกันออกไป ตามแต่ชนิดของเครื่องตรวจกวาดภาพในโครงงานนี้ ได้นำข้อมูลที่ถูกจัดเก็บในแฟ้มข้อมูล .PCX จึงขอกล่าวถึงโครงสร้างของ .PCX FILE เพื่อให้เห็นแฟ้มข้อมูลที่ถูกจัดเก็บโดยเครื่องตรวจกวาดภาพดังนี้

ไฟล์.PCXเริ่มต้นด้วยข้อมูล 128 ไบต์ ซึ่งจะทำการเก็บข้อมูลต่างๆ เพื่อนำไปใช้ในการนำกลับมาใช้ (Restore ภาพ) ดัง รูปที่ ก-1

ไบต์ที่	ขนาด (byte)	ชื่อข้อมูล	รายละเอียด
0	1	Password	ค่า '0AH' = ไฟล์ .PCX
1	1	Version	เก็บค่า Version ของ PC Paintbruash 0 = Version 2.5 2 = Version 2.8 with palette 3 = Version 2.8 without palette 5 = Version 3.0
2	1	Encoding	ค่า = 1
3	1	Bit per Pixel	จำนวนBitที่ใช้แสดง 1 Pixel จาก1 Plane 1 = EGA,VGA or HERC 4=CGA
4	8	Windows Dimentions	ค่า Integer 4 ค่า (ค่าละ 2 Byte) ให้ค่ามุมบนซ้ายและมุมล่างขวาของภาพมีค่า = X1,Y1,X2,Y2
12	2	Horizontal Resolution	ความละเอียดของการแสดงภาพในแนวนอน 640 = EGA,VGA 320 = EGA 720 = HERC

รูปที่ ก-1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล .PCX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไบต์ที่	ขนาด (byte)	ชื่อข้อมูล	รายละเอียด
14	2	Vertical Resolution	ความละเอียดของการแสดงภาพในแนวตั้ง 480 = VGA 350 = EGA 200 = CGA 348 = HERC
16	48	Color Map	ข้อมูล Color Palette
64	1	Reserved	
65	1	No.of Plane	จำนวน Planes ที่ใช้ในการแสดงภาพ
66	2	Bytes per Line	จำนวน Bytes ต่อการสแกน 1 บรรทัด
68	2	Palette info	How to interpret the palette
70	8	Maximum X Value	Special for fractal files
78	8	Minimum X Value	Special for fractal files
86	8	Maximum Y Value	Special for fractal files
94	8	Minimum Y Value	Special for fractal files
102	8	P Value	Special for fractal files
110	8	Q Value	Special for fractal files
118	10	Not Used	

หมายเหตุ ข้อมูลไบต์ที่ 70-127 ใช้เฉพาะ Fractal Programming.

รูปที่ ก-1 โครงสร้างแฟ้มข้อมูล .PCX (ต่อ)

ข้อมูล Color Map ถูกใช้ในการแทนค่าเป็น Palette Register 16 ตัว โดยที่ Palette register 1 ตัว ของระบบแสดงผล EGA จะบรรจุข้อมูล 6 บิตเท่านั้น โดยแต่ละ 2 บิตจะแทนสีหลักคือ แดง,น้ำเงิน,เขียวดังรูปที่ ก-2 ตัวอักษรตัวใหญ่จะแทนความเข้มของสี 75 %, ตัวอักษรตัวเล็กจะแทนความเข้มของสี 25 % แต่ละสีหลักจะมี 4 ระดับของการแสดงสีคือ0%,25%,75%,100%ดังรูปที่ ก-3 เช่น ค่ารีจีสเตอร์เป็น "00100001" หมายถึงแสดงสีแดงที่มีความเข้ม 75% และแสดงสีน้ำเงินที่มีความเข้ม 25%, ค่ารีจีสเตอร์เป็น '00100101" หมายถึงแสดงสีแดงที่มีความเข้ม 100% และแสดงสีน้ำเงินที่มีความเข้ม 25%ค่ารีจีสเตอร์เป็น "00000000" หมายถึง ไม่แสดงสีใดเลย เป็นต้น.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ที่มาของ Color Map

ข้อมูลColorMapในตอนต้นไฟล์ (Header File) ประกอบด้วยข้อมูล 16 ชุด ๆละ 3 ไบต์ไบต์ที่ 1 ของแต่ละชุดจำนวน 3 ไบต์ย่อยนั้นๆ เป็นค่าสำหรับแทนสีแดงโดยถูกนำมาสร้างเป็นเลข4จำนวนตั้งแต่ 0-3 (00,01,10,11) และตัวเลขนี้จะต้องคูณกับ 85 เพื่อจะทำการเก็บลงในส่วนต้นไฟล์ (Header File) ในกรณีเดียวกัน สีเขียวคือไบต์ที่ 2 และสีน้ำเงินคือไบต์ที่ 3 วิธีการนี้ จะถูกทำซ้ำๆกัน 16 รอบเพื่อจะได้ค่าของสีแดง น้ำเงิน เขียว จนครบ 16 ชุด

ไบต์ที่	Palette	ไบต์ที่	Palette
16,17,18	0	40,41,42	8
19,20,21	1	43,44,45	9
22,23,24	2	46,47,48	10
25,26,27	3	49,50,51	11
28,29,30	4	52,53,54	12
31,32,33	5	55,56,57	13
34,35,36	6	58,59,60	14
37,38,39	7	61,62,63	15

รูปที่ ก-2 แสดงตำแหน่งในการเก็บสี จำนวน 3 ไบต์ คือ แดง,เขียว,ฟ้า

บิต 7	บิต 6	บิต 5	บิต 4	บิต 3	บิต 2	บิต 1	บิต 0
-	-	R	G	B	r	g	b
x	x	75%	75%	75%	25%	25%	25%

รูปที่ ก-3 Palette Register

การแทนความหมาย Palette

ถ้า Palette register มีค่า "xx100001" แล้ว (ใน Palette ใดๆ (0-15))

- บิตที่ 5,2 -> แดง
- บิตที่ 4,1 -> เขียว
- บิตที่ 3,0 -> น้ำเงิน

แดงคือ '10' = 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เขียวคือ '00' = 0

น้ำเงินคือ '01' = 1

ดังนั้นค่าที่จะเก็บใน Color Map ของ Palette ใด ๆ(0-15) คือ (x85)

Red	Green	Blue
170	0	85

หรือถ้า Palette Register มีค่า "xx111111" แล้วค่าที่จะเก็บ คือ

Red	Green	Blue
225	225	225

พื้นฐานในการอ่านข้อมูลเก็บลงไฟล์

ภาพที่จะอ่านจะถูกอ่านตามแนวของจอภาพในแนวนอนจากซ้ายไปขวาเริ่มที่ Pixel ที่ตำแหน่งบน,ซ้ายไปทางขวาจนสุดภาพ แล้วจึงอ่านในแถวถัดไปโดยใน EGA,VGA ซึ่งมีหน่วยความจำหลายๆ Plane ดังนั้นใน 1 แถว (Scan line) จะอ่านข้อมูลในทุก Plane เริ่มที่ Plane 0,1,2 และ 3 ตามลำดับจนครบ แล้วจึงอ่านแถวถัดไปจนหมดภาพที่ต้องการเก็บ

การเข้ารหัสไฟล์ .PCX

ไฟล์.PCX มีวิธีการเข้ารหัสที่เรียกว่า "Run-Length Encoding" ซึ่งเป็นวิธีการหนึ่งในการลดขนาดไฟล์ดังรายละเอียดดังนี้

ถ้าไบต์ใดๆมีค่าไม่เหมือนกับไบต์อื่นๆและถ้าค่า 2 บิตบนไม่เท่ากับ "11" ไบต์นั้นจะถูกเก็บลงไฟล์เลย นอกนั้นจะมีตัวนับ (Counter) อยู่ คอยนับว่าเหมือนกันกี่ไบต์ แต่ต้องไม่เกิน 63 ถ้าเกินให้นำค่าตัวนับที่ได้ OR กับ "C0h" แล้วเก็บค่าตัวนับนั้นลงไฟล์แล้วตามด้วยค่าของไบต์นั้นๆ จากนั้นจึงเริ่มนับใหม่เป็น 1 ต่อไป ถ้าในกรณีของไบต์เดียวที่มีค่าบิตบนเป็น "11" ให้เขียนตัวนับ = 1 (OR with C0h = "C1h") ลงไปในไฟล์และตามด้วยค่าไบต์นั้น ดังแสดงเป็นรูปที่ ก-4

เงื่อนไข	การกระทำ
ค่าที่เหมือนกับไบต์อื่น	นับCounter+1
ค่า < 'C0h'ไม่เหมือนไบต์อื่น	เก็บลงไฟล์เลย
ค่า > 'C0h'ไม่เหมือนไบต์อื่น	เก็บ'C1h'ลงไฟล์ตามด้วยค่าไบต์นั้น
Counter > 63	Counter=1 เก็บค่า 'FFh' แล้วค่าไบต์นั้น

รูปที่ ก-4 แสดงการเข้ารหัส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การถอดรหัสไฟล์ .PCX

การถอดรหัสใช้วิธีตรงกันข้ามกับการเข้ารหัส พอสรุปได้ดังนี้

- อ่านข้อมูลมา 1 ไบต์ แล้วตรวจดูว่ามากกว่า "C0h" หรือไม่ (ค่า 2 บิตบนเป็น "11") ถ้าใช่ค่านี้ๆจะเป็นตัวนับทันที (XOR ด้วย "C0h" จะได้ค่าจริงที่น้อยกว่า 63 ออกมา) ซึ่งไบต์ต่อไป ก็จะเป็นค่าของไบต์ (Value) แล้วทำการขยายข้อมูลออกมาตามจำนวนตัวนับนั้นๆ แล้วนำไปเก็บในหน่วยความจำ ถ้าค่าไบต์ที่อ่านออกมาน้อยกว่า "C0h" จะทำการเก็บข้อมูลไบต์นั้นตัวเดียวลงหน่วยความจำได้เลยโดยไม่ต้องขยายข้อมูล ทำเช่นนี้ไปเรื่อย ๆ จนจบไฟล์

ข้อมูลของไฟล์ .PCX
0A 03 01 01 00 00 00 00 FF 00 95 00 80 02 E0 01
EF 00 4C 6C 9B 51 17 01 2C 00 97 13 05 00 FF FF
58 00 72 70 FC AF 12 6C 0E 0F 97 14 54 6C 9F 13
00 00 0C 00 08 2A 52 6F 72 70 00 00 00 00 04 00
00 01 20 00 6F 03 00 7F 00 00 E2 6B 4C 15 FF 12
52 6F F4 6B 1F 12 37 13 6E 03 04 00 52 6F 02 0C
00 00 FF 12 11 6C F9 15 37 13 00 00 04 00 52 6F
AE 02 0C 00 00 00 2E 14 C7 00 2D 22 DB 24 E0 19
E0 FF E0 FF E0 FF E0 FF E0 FF E0 FF E0 FF C2 FF
7F C1 F8 03 C1 FF C1 F07F C1 E0 0F C1 FC 00 C1
FE 00 7F C1 F0 7F C1 F0 C1 F8 7F 0F C1 FC 3F 87
07 C1 F0 C1 FF C1 F8 7F 0F C2 FF C1 FF C1 FE 3F
C1 FC C1 F9 C1 FF C1 EF 0F C1 F3 C1 E3 C1 FE

รูปที่ ก-5 ตัวอย่างข้อมูลไฟล์ .PCX

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข.
ตารางแทนรหัสอักขระ

	0	1	2	3	4	5	6	7
0	NUL	DLE	SP	0	@	P	‘	p
1	SOH	DC1	!	1	A	Q	a	q
2	SXT	DC2	“	2	B	R	b	r
3	EXT	DC3	#	3	C	S	c	s
4	EOT	DC4	$	4	D	T	d	t
5	ENG	NAK	%	5	E	U	e	u
6	ACK	SYN	&	6	F	V	f	v
7	BEL	ETB	‘	7	G	W	g	w
8	BS	CAN	(	8	H	X	h	x
9	HT	EM	)	9	I	Y	i	y
A	LF	SUB	*	:	J	Z	j	z
B	VT	ESC	+	;	K	[	k	{
C	FF	FS	,	<	L	\	l	|
D	CR	GS	-	=	M	]	m	}
E	SO	RS	.	>	N	^	n	~
F	SI	US	/	?	O	_	o	DEL

หมายเหตุ

ตารางรหัส ASCII ภาษาอังกฤษใช้รหัสตามมาตรฐาน ISO 646-1983

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค.
รูปแบบอักษร ตัวอย่างบทความและค่ารหัส

1. Font Futura Xblk BT

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht inthe appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer")of the computer system purchased with this software product.By opening the seald software packet(s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet(s) and the accompanying item (including any Microsoft hardware, written materiels,and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. This License Agreement permits you to use one copy of theMicrosoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer. The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e., RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk, CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็น[illegible]ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070B0F2F0C2A1B071B3F	a	090C0B0A070A0F0C0B3C
B	0A0C0B2A0C2B0A0C0A3F	b	1A07072A0C0B0A0C0A3D
C	0F0C1C0A07070B0C1C37	c	090C1C0A07070F0C1C3C
D	1A0C0B0A070A0A0C093F	d	07071A090C2A0A0C0A3E
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1C3F	e	090C0B2C0C0C0F0C193C
F	0A0C1C2A0C1C1A0C071F	f	070A1C1C4A1F071A071F
G	0F0C1B0A071C0F0C093F	g	0B0C0B0A072A1B0C0AFC
H	1A071A2E0C2C1A071A3F	h	1A07072A0C0F1A071A3D
I	07071A07070A07071A15	i	07170707071A07071A29
J	07071A07070A1C0C0A3A	j	07171707070A07071AA9
K	1A09192A09071A0B1F37	k	1A07070A09193A0B1F3D
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A15
M	0F071A0A0A2A1A0A1A3E	m	0D290C0A0A0A1A1A1A3C
N	0B071A0A0B0A1A0B0B3F	n	090C0F0A070A1A071F3C
O	090C0B0A070A0B0C093F	o	0F0C0F0A070A0B0C093C
P	0A0C0B2A0C091A07071F	p	0B0C0B2A070A1A0C0F7C
Q	090C0B0A070A0B0C093F	q	0B0C0B0A072A070C1ABC
R	0A0C0B2A0F091A0B1B3F	r	090C1C0A07071A07071C
S	0A0C1C0B0B0B1F0C0A3F	s	0F0B1C070F0F1F0C1F3C
T	1C2A1C070A070A1A0757	t	071A07174A1C071A075D
U	1A071A0A070A0B0C0BFF	u	1A071A0A070A0B0C09FC
V	1A071A0A0F0A070A0F3F	v	1F071F0F0F0F070F0F3C
W	1A071A0A0A0A0B0A0B3F	w	1F071F0A0B0A0B0A0B3C
X	1B0F19072B0F190F1BFF	x	1B0B190F2B091D091BFC
Y	1B0B19072A0F071A075F	y	1A071F072B0A170A177C
Z	1C0C0C07090F0C0C1CDF	z	1C0C09070907090C1CFC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2. Font Geometr 231 BT

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement,including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer systempurchased with this software product.By opening the seald software packet(s) and /or using the software,promptly return the unopened software packet(s) and the accompanying item (including any Microsoft hardware,written materiels,and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer.The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk,CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070B07092C2B19071BFF	a	1F0C0F0F0F2E0B0C0FFC
B	0A0C0B2A0C2B0A0C0AFF	b	1A07072A0C0B0A0C0AFD
C	09091C0A07070B0C1C97	c	090D1F0A07070B0C1CDC
D	0A0C0B0A070A0A0C097F	d	07071A090C2A0A0C0AFE
E	0A0C1C2A0C170A0C1CFF	e	090D0F0A09092F0C1CFC
F	0A0C1C2A1C071A07075F	f	0A0F1F2A0C171A07075F
G	090C1C0A071C0B0C0AFF	g	0B0C0A0B0C2B1F0C0AFC
H	1A071A2E0C2C1A071AFF	h	1A07072A0C0B1A071AFD
I	07071A07070A07071A55	i	07071A07071A07071A55
J	07071A07070A1C0C0A7A	j	07071A07070A17070A55
K	1A09192A09071A0B1B37	k	1A07070A091D3A2B1B3D
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A15
M	1A07072A0F0A1A091A3D	m	0E2C0F0A0A0A1A1A1A3C
N	3A071A0A0B0A1A073BBF	n	0E0F0F0A070A1A071A3C
O	090C0B0A070A0B0C093F	o	090C0B0A070A0B0C093C
P	0A0C0A2A0C0B1A07071F	p	0E0C0B2B0C0B1A07077C
Q	090C0B0A070A0B0C093F	q	090C0A0B0C2A07071ABC
R	0A0C0A2A2B091A0B1B3F	r	0A0C1F0A07071A07071C
S	0B0C1C0B0F0C1C0C0AFF	s	0B0F1F0F0F0F1C0C0FFC
T	1C2A1C070A07071A0757	t	0A1A070A271C0A0B1B9D
U	1A071A0A170A0B0C0BFF	u	1A071A0A070A0A0C0AFC
V	1B07190A0A0A070B0F3F	v	1F071F0F070F0A0B0A3C
W	1A07190A3A0A0B0B0B3F	w	1A071A0F0B0A0B0B0B3C
X	1B0F19072B0719091BFF	x	1F0F19072B0719091BFC
Y	1B071B072B0F1F0F077F	y	1F0F1A072B091F0B077C
Z	1C0C0C07090F0A0C1CDF	z	170C0A070F091F2A1CFC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. Font Iris UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer")of the computer systempurchased with this software product. By opening the seald software packet(s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet(s) and the accompanying item(including any Microsoft hardware ,written materiels, and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund.This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer. The SOFTWARE isin "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t. hardisk,CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070A070F2C2A1B071F3C	a	1C0C0B090F2A0E0F3E3C
B	0A0C0B2E0C2F0A0C0A3F	b	1A07072A0C0A0A0C0A3D
C	090D1C0A07070A0C1C37	c	070C1C0A07070B0F1C3C
D	090C0B0A070A0A0C0A3F	d	07071A0F092A0A0C0A3E
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1C3F	e	0F0D0A2F0C0A0B0F1C3C
F	0A0C1C2A0C1C1A07071F	f	070A1C1C4A1C071A071F
G	090C1C0A07070B0C1E37	g	090C0A2A0C0C0A0C09FC
H	1A071A2E0C2C1A071A3F	h	1A07072A0C0A1A071A3D
I	07071A07070A07071A15	i	071F1F071A07071A0717
J	07071A07070A170F0AEA	j	07071707070A170F0AEA
K	1A09192E2B071A0B1F3F	k	1A07070A0F193A2F1C3D
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A15
M	1A0709290F0A1A0B1A3F	m	0C2C0C0A0A0A1A1A1A3C
N	0B071A0A0B0A1A0F0F3F	n	0F0C0C0A070A1A071A3C
O	090C0B0A070A0B0C0E3F	o	0F0C0F0A070A0B0C0F3F
P	0A0C0A2A0C0E1A07071F	p	0A0C0E2A0C0A1A07077F
Q	090C0B0A070A0B0C093F	q	0F090A0A0C2A07071ABD
R	0A0C0A2E29091A0B1B3F	r	1F07192A0F071A07071E
S	0F0E1C0F0F0B1B0C0A3F	s	0A0C1C0A0F0B1B0C0B3F
T	1C2A1C070A07071A0717	t	1C4A1C070A07070A1B37
U	1A071A0A070A0A0C0A3F	u	1A071A0A070A0B0C0A3C
V	1F071A0A0F0F070E0A3F	v	1A071A0F0F0F070B0B3F
W	1A071F0A0B0A0A0A0B3F	w	1F071F0A090F0A0A0A3F
X	1B0F19072B09190F1B3F	x	1F0719072D091F0B1B3F
Y	1B0F19072D09071A0A1F	y	1A0F1A072A09071A075F
Z	1C0C0A070F070F0C1C3F	z	1C0C0F070F09090C1C3F

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4. Font Cordia UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product. By opening the seald software packet(s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet(s) and the accom panying item (including any Microsoft hardware ,written materiels, and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer.The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory(i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk,CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070A0A0A0F2A3F0C1BFF	a	1F0C0F090C2C0B0C097C
B	0A0C0A2A0C2B0A0C0AFF	b	1A07072B0C0B0A0C0AFD
C	0A0C1B0A07070B0C19F7	c	090C0F0A07170B0C0FFC
D	0A0C0B0A070A0A0C0BFF	d	07071A090C2B0A0C0AFE
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1CDF	e	090C0B2C0C0C0B0C19FC
F	0A0C1C2A0C1C1A07075F	f	070A191C4A1C071A075F
G	090C1B0A071C0B0C0AFF	g	090C0B0B072A1B0C0BFC
H	1A071A2E0C2C1A071AFF	h	1A07072B0C0F1A071AFD
I	07071A07070A07071A55	i	07071707071A07071A55
J	07071A07070A1B0C0AFA	j	07071707070A17070AEA
K	1A09192A0B071A0B1BF7	k	1A07070A09193A0B1BFD
L	1A07070A07070A0C1CD5	l	07071A07070A07071A55
M	0A070A0A0F0A1A0B1AFF	m	0C2F0C0A0A0A1A1A1AFC
N	0A071A0A0B0A1A070A7F	n	090C0F0A070A1A071AFC
O	090C0B0A070A0B0C09FF	o	090C0B0A070A0B0C09FC
P	0A0C0A2A0C090A07075F	p	090C0B2A0B0B1A0C0FFC
Q	090C0B0A070A0B0C09FF	q	090C0B0B072A070C1AFC
R	0A0C0A2A0C291A071AFF	r	390F1C0A07071A07075C
S	0A0C1B0B0C0B1F0C0BFF	s	090C1F0C0C0B1B0C0DFC
T	1C2A1C070A07071A0757	t	1C5A1C070A07070A1C9D
U	1A071A0A070A0A0C0AFF	u	1A071A0A070A0A0C0BFC
V	1A071A0A0F0A070A0A3F	v	1A071A0F070F070A093C
W	1A0B1A0A0A0A0A0A0A3F	w	1F0F1A0A0A0A090A0A3C
X	1B0F19072B091D091BFF	x	1B0B19072B091C091BFC
Y	1B0719072B09071A075F	y	1A071A0F2A0A170F077C
Z	1C0C0C0709090D0C1CDF	z	1C0C0F0709090F0C1CDC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. Font Browillia UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product. By opening the seald software packet(s) and/or using the software,promptly return the unopened software packet (s) and the accompanying item(including any Microsoft hardware,written materiels,and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. his License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program(s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer.The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t. hardisk,CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	0F0A0A2E0C2E1A071BFF	a	190C0F0F0C2A0B0C0B7C
B	0A0C0B2A0C2B0A0C0B3F	b	1A07072A0C0A0A0F0AFD
C	0F0C1B0A07070F0C193F	c	0F0C1B0A07070F0C19FC
D	0A0C0B0A070A0A0C0B3F	d	07071A0A0C2A0A0C0AFE
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1C3F	e	090C0B2C0C0C0B0C19FC
F	0AOC1C2A0C1C1A07075F	f	0A0F1C2A0C171A07075F
G	0F0C1F0A071C0B0C0A3F	g	0A0C0B0A0F2A1B0C0AFC
H	1A071A2A0C2E1A071AFF	h	1A07072A0C0A1A071AFD
I	07071A07070A07071A55	i	07071707071A07071A55
J	07071A07070A1B0C0A3A	j	07071A07070A170C0AEA
K	1A09192A2F071A0B1BFF	k	1A07172A29091A0F1BFD
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A55
M	0A070A0A0A0A1A0A1AFF	m	0D2C0C0A0A0A1A1A1AFC
N	0A071A0A0B0A1A070A7F	n	0F0D0F0A070A1A071AFC
O	0F0C0B0A070A0B0C093F	o	0F0C0F0A070A0F0C0DFC
P	0A0C0A2A0C091A07075F	p	0A0C0B2A0B0A1A0C0FFC
Q	0F0C0B0A070A0B0C093F	q	0A0C0B0A0B2A070C1AFC
R	0A0C0B2A2C0A1A0B1BFF	r	0A0F1C0A07071A07075C
S	0A0C1F0B0C0F1F0C0A3F	s	0A0C1B0F0C0F1B0C0FFC
T	1C2A1C070A07071A0757	t	070A1F1C4A1C070A1C9F
U	1A071A0A070A0A0C0A3F	u	1A071A0A070A0A0C0B7C
V	1A071A0A070A0A0A0F3F	v	1A071F0A0A0A070A0A3C
W	1A0A1A0A0A0A0A0A0A3F	w	1A0A1A0A0A0A0B0A0A3C
X	1B0B19072B0719091BFF	x	1B0B19072B091C0B1BFC
Y	1B0919072B0F071A075F	y	1A071A0F2A0A170A077C
Z	1C0C0D0709070D0C1C3F	z	1C0C0F07090F090C1CFC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

6. Font Century Gothic

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ
abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT
(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included In this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product. By opening the seald software packet (s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet (s) and the accompanying item(including any Microsoft hardware, written materiels, and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer. The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an in stalled in to permanent memory (e.t.hardisk,CD -ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070B0F2B0C2A1A071A3F	a	090C0C0A070A0B0C0A3C
B	0A0C0A2A2C0B0A0C0A3F	b	1A07072A0C0B0A0C0A3D
C	090C1F0A07070B0C1937	c	090C1C0A07070B0C193C
D	0A0C0B0A070A0A0C093F	d	07071A090C2A0A0C0A3E
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1C3F	e	090C0F2C0C0C0B0C193C
F	0A0C1C2A0C1C1A07071F	f	090C1F0A071A0B0C093F
G	090C1F0A071C0B0C093F	g	090C0A0A0F0A1B0C0EFC
H	1A071A2A0C2A1A071A3F	h	1A07072A0C0B1A071A3D
I	07071A07070A07071A15	i	170C1C071A07071A0717
J	07071A07070A1F0C0A3A	j	170C1C07070A1C0F0AEB
K	1A0919290B071A0B1B37	k	1A07170A09093A0B1B3D
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A15
M	0A070A0A0A0A1A0B1A3F	m	0C2B0F0A0A0A1A1A1A3C
N	3B071A0A0B0A1A073A3F	n	0C0C0B0A070A1A071A3C
O	090C0F0A070A0B0C0F3F	o	090C0B0A070A0B0C093C
P	0A0C0B2A0C091A07071F	p	0E0C0B2A0F0A1A0C0F7C
Q	090C0B0A070A0B0C093F	q	090C0A0A072A070C1ABC
R	0A0C0B2A2C091A0B1B3F	r	0A0C1F0A07071A07071C
S	0B0C1F0B0B0B1F0C0B3F	s	070B1C070B0F1F0F0A3C
T	1C2A1C070A07071A0717	t	071A071C4A1C071A071D
U	1A071A0A070A0A0C0A3F	u	1A071A0A070A0F0C093C
V	1A071B0A070F070B0A3F	v	1F07190A070F070B0A3C
W	1F0F1A0A0A0A0B0A0A3F	w	1A071B0F0B0F0B0A0B3C
X	1B0B19072B0919091B3F	x	1B0F19072B0F1D091B3C
Y	1B0B19072B0F071A071F	y	1A071B0F2B0F1F0A077C
Z	1C0C0A070A070E0C1C3F	z	1C0C0A070907090C1C3C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

7. Font Dillenia UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package, is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product. By opening the seald software packet (s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet (s) and the accompanying item (including any Microsoft hardware ,written materiels, and binders or other containners) to the place you obtained them for a full refund.This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer. The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk, CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070B0A0A070A3A0C3E3F	a	1F0D0F090D2C0B0C0A7C
B	0A0C0A2A0C2B0A0C09FF	b	1A07070A2F0F0A0C0AFD
C	090C1C0A07070B0C19F7	c	0B0C0E0A07170A0C19FC
D	0A0C0B0A070A0A0C09FF	d	07071A0A0C2A0A0C0A7E
E	0A0C1E2A1C070A0C1EFF	e	0A0C0F2E0C0C0A0F19FC
F	0A0C1A2A1C071A07071F	f	070A1B1C4A1C1C0A075F
G	0B0C1F0A07170B0C0AF7	g	0A0C0A0A072A1B0C0AFC
H	1A071A2A0C2E1A071A3F	h	1A07070A2F0A1A071A3D
I	1C0F3A07070A1C0F3AD7	i	0707171C0F0A1C0F3AD5
J	07170A07070A1A0C0A3B	j	170C1F07070A170F0AEE
K	1A07192A1F071A0F1B3F	k	1A07070A07191A293B3D
L	1A07070A07070A0C1E35	l	1C0F0A07070A1C0F3A35
M	0A070A0A0A0A1A0A1A3F	m	0F2E0F0A0A0A1A1A1A3C
N	0A0F1A0A0F0A1A0A0A3F	n	0E0C0B0A070A1A071A3C
O	090C0B0A070A0B0C093F	o	090C0F0A070A0A0C093C
P	0A0C0B2A0C091A07071F	p	0A0C0B0A070A3A0C097C
Q	090C0B0A070A0B0C0C3F	q	0A0C0A0A070A0F0C3ABC
R	0A0C0B2A2B091A071B3F	r	1C2B1D070A071C0A071C
S	0A0C1C0B0C0B1F0F09FF	s	0A0C1F0B0C0F1C0F09FC
T	1A2A1E070A07071A071F	t	1C5A1C070A07070A1C3D
U	1A071A0A070A0A0C093F	u	1A071A0A070A0A0C0A3C
V	1A071A0A070A0A0B0A3F	v	1A071A0A070A0A0B0B3C
W	1A0A1A0A0A0A0A0A0A3F	w	1A0B1A0A0A0A0B0A0B3C
X	1B071F0F29091B071B3F	x	1A07190B4907190B1B3C
Y	1A071F0B2B09071A071F	y	1A071A0F290F1C0A077C
Z	1A0C0C070909090C1C3F	z	1E0C0C0709090A0C1E3C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

8. Font Eurosia UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abcdefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Products)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package,is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufacturer ("PC Manufacturer") of the computer system purchased with this software product. By opening the seald software packet (s) and /or using the software, promptly return the unopened software packet(s) and the accom panying item (including any Microsoft hardware ,written materiels, and binders or other containners) to the placs you obtained them for a full refund. This License Agreement permits you to use one copy of the Microsoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the computer. The SOFTWARE is in "use " on a computer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk, CD-ROM,or other storage device)of that computer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	070B0F092C2E1B071F3D	a	0F0C0E17092A090C0A3C
B	0A0C0F2A0C2B0A0C0E3F	b	1A07070A2F0A0A0F0A3D
C	090C1C0A07070A0C1C37	c	0F0D0F0A07170B0F1C3C
D	0A0C0B0A070A0A0C093F	d	07071A0F092A0A0C0F3E
E	0A0C1B2A1C070A0C1F3F	e	0F0C0B2A0C0F0B0C193C
F	0A0C1E2E1C071A07071F	f	0A0F1C0A07071A070717
G	090C1C0A07070A0C1A3F	g	090F0A2B0C0B2F0C0CFD
H	1A071A2E0C2C1A071A3F	h	1A07070A2C0B1A071A3D
I	1F2A1F070A071C2A1C37	i	171F07070A07172A1F35
J	071C0A07070A1A0C0A7B	j	07171F07070A1A0C0AEE
K	1A07192A2C071A071B3F	k	1A07070A07191A2C3B3D
L	1A07070A07070A0C1F35	l	170A07070A07172A1F35
M	0A070A0A0F0A1A0B1A3F	m	0C2B0F0A0A0A1A1A1A3C
N	0B0B1A0A0B0A1A070F1F	n	0E0C0B0A070A1A071A3C
O	090C0F0A070A0A0C0B3F	o	0F0D0B0A070A0F0C0B3C
P	0A0C0E2A0C0F1A07071F	p	0A0C0A0A070A3A0C0C7C
Q	0F0C0B0A070A0B2B1CFF	q	090C0A0A070A0B0C3ABC
R	0A0F0B2A290F1A0B1F3F	r	0A0C1C0A07071A07071C
S	0A0C1A0B0F0B1B0C0F3F	s	070C1C0F0F0F1B0C0C3C
T	1D2A1C071A07071A0717	t	0F1A070A2C170A0F1F3D
U	1A071A0A070A0B0C0B3F	u	1A071A0A070A0A0C0A3C
V	1A071F0F070A0A0B0A3F	v	17071F0A070A0F0F0F3C
W	1A1A1A0A2B0A0A0F0B1F	w	07090C1F2B0A0A0F0B3C
X	1F0719072B0919071B3F	x	170B19072B07192B1F3C
Y	1B07190F2B09071A071F	y	1F0A1A072A091F0A077C
Z	1F0C0A0709070A0C1E3F	z	090C0F170909070E1C3C

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

9. Font Freesia UPC

แบบตัวอักษร

ABCDEFGHIJKLMNOPQRSTUVWXYZ

abodefghijklmnopqrstuvwxyz

ตัวอย่างบทความ

SOFTWARE LICENSE AGREEMENT

(Single User Produots)

This software license agreement, including the Warrany and Special Provisions set forht in the appendix or separate booklet included in this package, is a legal agreement between you (either an individual or an entity) and the manufaoturer ("PC Manufaoturer") of the oomputer system purohased with this software produot. By opening the seald software paoket (s) and /or using the software, promptly return the unopened software paoket(s) and the aooompanying item (including any Miorosoft hardware ,written materiels, and binders or other oontainners) to the plaos you obtained them for a full refund.This License Agreement permits you to use one oopy of the Miorosoft program (s) included in this pagkage (the "SOFTWARE") on a single the oomputer. The SOFTWARE isin "use " on a oomputer when it is loaded in to temporaly memory (i.e.,RAM) an installed in to permanent memory (e.t.hardisk,CD-ROM,or other storage device)of that oomputer.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสตัวอักษร

ตัวอักษร	CODE	ตัวอักษร	CODE
A	0A0F0A0A070A3E0C3F3F	a	1C0C0C0F0C2C0B0C0C3C
B	0A0C0B2A0C2B0A0C0A3F	b	1A07072A0C0B0A0C0B3D
C	090C1F0A07070B0C1A37	c	090C1F0A07070B0C1D3C
D	0A0C0B0A070A0A0C093F	d	07071A0B0C2A0B0C0A3E
E	0A0C1C2A0C1C0A0C1C3F	e	090C0B2C0C0C0B0C1F3C
F	0A0C1C2A0C1C1A07071F	f	1C4C1F070A07071A071F
G	090C1F0A1A0C0B0C0B3F	g	0A0C0A2B0C0D2E0C0CFC
H	1A071A2A0C2A1A071A3F	h	1A07072A0C0A1A071A3D
I	07071A07070A07071A15	i	07171707071A07071A15
J	07071A0707071C0C0A3A	j	07071A07070A170C0AEA
K	1A0F192A290F1A071B3F	k	1A07070A09193A0B1F3D
L	1A07070A07070A0C1C35	l	07071A07070A07071A15
M	0A070A0A0A0A1A0F1A3F	m	092B0F0A0A0A1A1A1A3C
N	0A0F1A0A0F0A1A070A3F	n	090D0B0A070A1A071A3C
O	090C0B0A070A0B0C093F	o	090C0B0A070A0B0C093C
P	0A0C0B2A0C091A07071F	p	090C0B0A0C0A3A0C097C
Q	090C0B0A070A0B2C19BF	q	090C0B0A070A0F0C3ABC
R	0A0C0A2C0C291A071A3F	r	1F291F0A07071A07071C
S	0A0C1F0A0C0F1B0C093F	s	090C1C0F0C0C1B0C0F3C
T	1C2A1C070A07071A0717	t	1C5A1C070A07070A1B3D
U	1A071A0A070A0B0C0A3F	u	1A071A0A070A0A0C0A3C
V	1A071A0A070A0A0A0A3F	v	1A071A0F0A0A070B0A3C
W	1A0F1A0A0A0A0A0A0A3F	w	1A071F0A0B0A0A0A0A3C
X	1B0F1C072909190F1BFF	x	1B0B19072A071F091BFC
Y	1B0F19072B09071A075F	y	1B071A0F0A0A070F0F7C
Z	1C0C0C07090F090C1CDF	z	1C0C0C070F090F0D1CFC

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ง.
โปรแกรมการรู้จำอักษรพิมพ์ภาษาอังกฤษ

```
#include <graphics.h>
#include <stdlib.h>
#include <stdio.h>
#include <dir.h>
#include <conio.h>
#include <ctype.h>
#include <string.h>
#include "xms.c"
#include "mouse.c"

typedef struct{
   char  password;
   char  version;
   char  enconding;
   char  bits_per_pixel;
   int   xmin,ymin;
   int   xmax,ymax;
   int   hres;
   int   vres;
   char _palette[48];
   char reserved;
   char color_planes;
   int   bytes_per_line;
   int   palette_type;
}pcxhead;
pcxhead header;

#define ESC         0x1B
#define OK          0255
#define CHRDIR      0254
#define F3          0x3D
#define ENTER       0x0D
#define CTRL_C      0x03
#define ALT_F       0x21
#define ALT_R       0x13
#define ALT_O       0x18
#define ALT_X       0x2D
#define LEFT        0x4B
#define RIGHT       0x4D
#define UP          0x48
#define DOWN        0x50
#define PGUP        0x49
#define PGDN        0x51
#define HOME        0x47
#define END         0x4F
#define ON          0x01
#define OFF         0x00
#define ADDSCRN     0xA000

void detectgraphs(void);
void setgraphs(void);
int getkeys(void);
void filemenu(void);
void getfilename(void);
void linebox(int minix,int miniy,int maxix,int maxiy,int floor);
int loadpicture(char filename[]);
void viewpicture(void);
void displaypicture(void);
void findpcx(char str[]);
void recognize(void);
void recognition(void);
void thinning(int subdx,int subdy,int spac);
void xmswritebit(int x,int y);
void readmtx(int x,int y);
void compare(int subdx,int subdy);
void readcode(unsigned char weight[],int spac);
void writecode(unsigned char weight[]);
void showchar(int x,int y);
void viewtextfile(void);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
long filesize(FILE *stream);
void beep(void);

FILE *fcode;
char picture[1000];
unsigned short int charpicture[121][121];
short int x0,x1,x2,x3,x4,x5,x6,x7,x8,bitcolor;
long oldsize=1;
int handle_file,handle_filebk,handle_fmenu;
int handle_ffopen,handle_frecog,handle_show,handle_qc;
int cntfilepcx,cntfile;
short int flagfmenu=OFF,flagopenfile=OFF,viewflag=OFF,flagrecog=OFF;
short int byteflag=OFF,nextlineflag=OFF,ctrl_cflag=OFF;
char filenamepcx[256][13];
char filenameocr[13];
unsigned long sizepcx[256];
int xoff,yoff,bytes,liney,column;
int buffer[470];
unsigned long minxx,maxxx,minyy,maxyy;
unsigned char Qcode[11];

void main(void){

int key,i,j,iy,y;
char str[25];
struct ffblk ffblk;

 if(!xmsinstall()){
  printf("XMS not installed\n");
  exit(0);
 }
 handle_file=xmsalloc(1);
 if(handle_file==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    exit(1);
 }
 handle_filebk=xmsalloc(1);
 if(handle_filebk==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file);
    exit(1);
 }
 handle_fmenu=xmsalloc(6);
 if(handle_fmenu==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk);
    exit(1);
 }
 handle_frecog=xmsalloc(22);
 if(handle_frecog==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu);
    exit(1);
 }
 handle_qc=xmsalloc(42);
 if(handle_qc==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu); xmsfree(handle_frecog);
    exit(1);
 }
 handle_show=xmsalloc(79);
 if(handle_show==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu);
    xmsfree(handle_frecog); xmsfree(handle_qc);
    exit(1);
 }
 handle_ffopen=xmsalloc(145);
 if(handle_ffopen==OFF){
    printf("Not enough Extended memory\n");
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu);
    xmsfree(handle_frecog); xmsfree(handle_qc); xmsfree(handle_show);
    exit(1);
 }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
detectgraphs(); setgraphs(); cntfile=0;
do{
 key=getkeys(); mouse_hide();
 switch(key){
   case ALT_F : beep();
                if(flagrecog==ON){
                  iy=0;
                  for(y=25;y<=125;y++){
                    xmsreadoff(buffer,handle_frecog,221,(long)221*iy); putimage(190,y,buffer,COPY_PUT);
                    iy++;
                  }
                  flagrecog=OFF;
                }
                iy=0;
                for(y=21;y<=70;y++){
                  getimage(10,y,130,y,buffer); xmswriteoff(buffer,handle_fmenu,121,121*iy);
                  iy++;
                }
                filemenu();
                break;
  case F3  :    beep();
                if(flagrecog==ON){
                  iy=0;
                  for(y=25;y<=125;y++){
                    xmsreadoff(buffer,handle_frecog,221,(long)221*iy); putimage(190,y,buffer,COPY_PUT);
                    iy++;
                  }
                  flagrecog=OFF;
                }
                if(flagopenfile==OFF){
                 if(flagfmenu==OFF){
                   iy=0;
                   for(y=21;y<=70;y++){
                     getimage(10,y,130,y,buffer); xmswriteoff(buffer,handle_fmenu,121,121*iy);
                     iy++;
                   }
                 }
                 filemenu(); cntfile=0; iy=0;
                 for(y=100;y<=420;y++){
                   getimage(100,y,560,y,buffer); xmswriteoff(buffer,handle_ffopen,461,(unsigned long)461*iy);
                   iy++;
                 }
                 getfilename();
                }
                break;
  case ALT_O : beep();  viewtextfile();
                break;
  case ALT_R : beep();
                if(flagfmenu==ON){
                 iy=0;
                 for(y=21;y<=70;y++){
                   xmsreadoff(buffer,handle_fmenu,121,121*iy); putimage(10,y,buffer,COPY_PUT);
                   iy++;
                 }
                 flagfmenu=OFF;
                }
               iy=0;
               for(y=25;y<=125;y++){
                 getimage(190,y,410,y,buffer); xmswriteoff(buffer,handle_frecog,221,(unsigned long)221*iy);
                 iy++;
               }
               recognize();
               break;
  case ALT_X : beep(); break;
  case UP :     if(flagopenfile==ON&&cntfile!=0){
                  linebox(383,176,394,184,RED);
                  if(cntfile<=13){
                    linebox(125,197+12*cntfile,378,209+12*cntfile,LIGHTBLUE);
                    setcolor(WHITE); outtextxy(135,200+12*cntfile,filenamepcx[cntfile]);
                    ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile],str,10); outtextxy(295,200+12*cntfile,str);
                    cntfile--; linebox(125,197+12*cntfile,378,209+12*cntfile,BLUE);
                    setcolor(YELLOW); outtextxy(135,200+12*cntfile,filenamepcx[cntfile]);
                    ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile],str,10); outtextxy(295,200+12*cntfile,str);
                  }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
                else{
                  j=0; linebox(125,195,378,366,BLUE); linebox(125,195,378,366,LIGHTBLUE);
                  for(i=cntfile-14;i<cntfile;i++){
                    setcolor(WHITE); outtextxy(135,200+12*j,filenamepcx[i]);
                    ltoa((unsigned long)sizepcx[i],str,10); outtextxy(295,200+12*j,str);
                    j++;
                  }
                  linebox(125,197+12*13,378,209+12*13,BLUE);
                  setcolor(YELLOW); outtextxy(135,200+12*13,filenamepcx[cntfile-1]);
                  ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile-1],str,10); outtextxy(295,200+12*13,str);
                  cntfile--;
                }
                linebox(130,143,396,157,BLUE); linebox(130,143,396,157,LIGHTBLUE);
                linebox(383,176,394,184,LIGHTRED);
                setcolor(YELLOW); outtextxy(135,147,filenamepcx[cntfile]);
                setcolor(WHITE); str[0]=30; str[1]=0; outtextxy(386,177,str);
                delay(100);
              }
              break;
case DOWN  : if(flagopenfile==ON&&cntfile!=cntfilepcx){
                linebox(383,366,394,374,RED);
                if(cntfile<13){
                  linebox(125,197+12*cntfile,378,209+12*cntfile,LIGHTBLUE);
                  setcolor(WHITE); outtextxy(135,200+12*cntfile,filenamepcx[cntfile]);
                  ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile],str,10); outtextxy(295,200+12*cntfile,str);
                  cntfile++; linebox(125,197+12*cntfile,378,209+12*cntfile,BLUE);
                  setcolor(YELLOW); outtextxy(135,200+12*cntfile,filenamepcx[cntfile]);
                  ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile],str,10); outtextxy(295,200+12*cntfile,str);
                }
                else{
                  j=0; linebox(125,195,378,366,BLUE); linebox(125,195,378,366,LIGHTBLUE);
                  for(i=cntfile-12;i<=cntfile+1;i++){
                    setcolor(WHITE); outtextxy(135,200+12*j,filenamepcx[i]);
                    ltoa((unsigned long)sizepcx[i],str,10); outtextxy(295,200+12*j,str);
                    j++;
                  }
                  linebox(125,197+12*13,378,209+12*13,BLUE);
                  setcolor(YELLOW); outtextxy(135,200+12*13,filenamepcx[cntfile+1]);
                  ltoa((unsigned long)sizepcx[cntfile+1],str,10); outtextxy(295,200+12*13,str);
                  cntfile++;
                }
                linebox(130,143,396,157,BLUE); linebox(130,143,396,157,LIGHTBLUE);
                linebox(383,366,394,374,LIGHTRED);
                setcolor(YELLOW); outtextxy(135,147,filenamepcx[cntfile]);
                setcolor(WHITE); str[0]=31; str[1]=0;
                outtextxy(386,368,str); delay(100);
              }
              break;
case 'j'   :  if(flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&viewflag==ON){
                xoff -= 10;
                if(xoff<0){
                  beep(); xoff=0;
                }
                viewpicture();
              }
              break;
case 'l'   :  if(flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&viewflag==ON){
                if(header.bytes_per_line > 78){
                  xoff += 10;
                  if((xoff+column)>((header.xmax+1)/8)+2){
                    beep(); xoff=(header.xmax+1)/8-column+2;
                  }
                  viewpicture();
                }
              }
              break;
case ','   :  if(flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&viewflag==ON){
                yoff += 20;
                if(yoff+liney>header.ymax+1){
                  beep(); yoff=header.ymax+1-liney;
                }
                viewpicture();
              }
              break;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    case 'i'  :   if(flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&viewflag==ON){
                    yoff -= 20;
                    if(yoff<0){
                      beep();  yoff=0;
                    }
                    viewpicture();
                  }
                  break;
    case OK   : if(flagopenfile==ON){
                    setviewport(8,21,631,459,0);  clearviewport();
                    setviewport(0,0,639,479,0);  linebox(8,21,631,459,LIGHTGRAY);
                    viewflag=loadpicture(filenamepcx[cntfile]);
                  }
                  if(viewflag==ON&&flagrecog==ON){
                    iy=0;
                    for(y=25;y<=125;y++){
                      xmsreadoff(buffer,handle_frecog,221,(unsigned long)221*iy);  putimage(190,y,buffer,COPY_PUT);
                      iy++;
                    }
                    i = findfirst(filenameocr,&ffblk,0);
                    if(i==0)
                      remove(filenameocr);
                    flagrecog=OFF;   recognition();
                  }
                  break;
    case CHRDIR: beep();  getdirectory();
                    break;
    case ESC  : beep();
                    if(flagfmenu==ON){
                      iy=0;
                      for(y=21;y<=70;y++){
                        xmsreadoff(buffer,handle_fmenu,121,121*iy);  putimage(10,y,buffer,COPY_PUT);
                        iy++;
                      }
                      flagfmenu=OFF;
                    }
                    if(flagopenfile==ON){
                      iy=0;
                      for(y=100;y<=420;y++){
                        xmsreadoff(buffer,handle_ffopen,461,(unsigned long)461*iy);
                        putimage(100,y,buffer,COPY_PUT);
                        iy++;
                      }
                      filemenu();
                      flagopenfile=OFF;
                      flagfmenu=ON;
                    }
                    if(flagrecog==ON){
                      iy=0;
                      for(y=25;y<=125;y++){
                        xmsreadoff(buffer,handle_frecog,221,(unsigned long)221*iy);
                        putimage(190,y,buffer,COPY_PUT);
                        iy++;
                      }
                      flagrecog=OFF;
                      delay(500);
                    }
    }
     mouse_display();
   }while(key != ALT_X);
   xmsfree(handle_file);  xmsfree(handle_filebk);  xmsfree(handle_fmenu);  xmsfree(handle_frecog);
   xmsfree(handle_qc);  xmsfree(handle_show);  xmsfree(handle_ffopen);
   closegraph();
}

/*---------------------- GRAPHICS -----------------------------*/
void detectgraphs(void){
int grresult;
int graph_driver = DETECT;
int graph_mode;

  detectgraph(&graph_driver,&graph_mode);  initgraph(&graph_driver,&graph_mode,"");
  if ((grresult = graphresult()) < 0 ){
    closegraph();  fprintf(stderr,"%s\n",grapherrormsg(grresult));
```

เอกสารนี้ใช้เพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu); xmsfree(handle_frecog);
    xmsfree(handle_qc); xmsfree(handle_show); xmsfree(handle_ffopen); exit(1);
  }
}

/*------------------------- BAR MENU ---------------------------------*/
void setgraphs(void){

 linebox(0,0,639,479,LIGHTGRAY); linebox(0,0,639,20,CYAN); linebox(0,460,639,479,CYAN);
 linebox(0,21,7,459,CYAN); linebox(632,21,639,459,CYAN);
 setcolor(WHITE); rectangle(2,2,637,477); rectangle(0,0,639,479);
 line(2,18,637,18); line(2,462,637,462); settextstyle(DEFAULT_FONT,0,0);
 setcolor(BLACK);   outtextxy(18,7,"File"); outtextxy(110,7,"Option"); outtextxy(225,7,"Recognize");
 outtextxy(20,467,"< F1 > Help.  < Alt + Highlight > Menu.                < Alt-X > Exit.");
 setcolor(LIGHTRED); outtextxy(18,7,"F"); outtextxy(110,7,"O"); outtextxy(225,7,"R");
 outtextxy(20,467,"  F1          Alt + Highlight                    Alt-X      ");
 mouse_display();
}


/*------------------------------ WINDOW ------------------------------*/
void linebox(int minix,int miniy,int maxix,int maxiy,int floor){

 setcolor(floor);
 rectangle(minix,miniy,maxix,maxiy);
 setfillstyle(SOLID_FILL,floor);
 floodfill(minix+1,miniy+1,floor);
}

/*------------------------- GET KEY OR MOUSE -------------------------*/
int getkeys(void){
int key;

 mouse_display();
 do{
   while(!kbhit()){
     m=getmouse();
     if(m.status==MOUSE_LEFT){
            if((m.x>18&&m.x<50)&&(m.y>2&&m.y<18)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF){
              ungetch(ALT_F);  break;
            }
            if((m.x>110&&m.x<158)&&(m.y>2&&m.y<18)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF){
              ungetch(ALT_O);  break;
            }
            if((m.x>225&&m.x<295)&&(m.y>2&&m.y<18)&&viewflag==ON&&flagopenfile==OFF&&flagrecog==OFF){
              ungetch(ALT_R);  break;
            }
            if((m.x>8&&m.x<100)&&(m.y>22&&m.y<458)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&flagrecog==OFF){
              ungetch('j');  break;
            }
            if((m.x>540&&m.x<630)&&(m.y>22&&m.y<458)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&flagrecog==OFF){
              ungetch('l');  break;
            }
            if((m.x>100&&m.x<540)&&(m.y>22&&m.y<120)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&flagrecog==OFF){
              ungetch('i');  break;
            }
            if((m.x>100&&m.x<540)&&(m.y>360&&m.y<458)&&flagfmenu==OFF&&flagopenfile==OFF&&flagrecog==OFF){
              ungetch(',');  break;
            }
            if((m.x>10&&m.x<120)&&(m.y>25&&m.y<44)&&flagfmenu==ON){
              ungetch(F3);  break;
            }
            if((m.x>10&&m.x<120)&&(m.y>48&&m.y<65)&&flagfmenu==ON){
              ungetch(ALT_X);  break;
            }
            if((m.x>420&&m.x<520)&&(m.y>140&&m.y<160)&&flagopenfile==ON){
              ungetch(OK);  break;
            }
            if((m.x>205&&m.x<285)&&(m.y>80&&m.y<100)&&flagrecog==ON){
              ungetch(OK);  break;
            }
            if((m.x>420&&m.x<520)&&(m.y>180&&m.y<200)&&flagopenfile==ON){
              ungetch(ESC);  break;
            }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if((m.x>305&&m.x<385)&&(m.y>80&&m.y<100)&&flagrecog==ON){
              ungetch(ESC);  break;
            }
            if((m.x>420&&m.x<520)&&(m.y>220&&m.y<240)&&flagopenfile==ON){
              ungetch(CHRDIR);  break;
            }
            if((m.x>382&&m.x<395)&&(m.y>175&&m.y<185)&&flagopenfile==ON&&cntfilepcx!=0){
              ungetch(UP);  break;
            }
            if((m.x>382&&m.x<395)&&(m.y>365&&m.y<375)&&flagopenfile==ON&&cntfilepcx!=0){
              ungetch(DOWN);  break;
            }
       }
       mouse_display();
      }
      key=getch();
      if(key==00)
        key=getch();
      switch(key){
            case 'O'       :
            case 'o'       : key=F3;
                             break;
            case 'X'       :
            case 'x'       :  key=ALT_X;
                              break;
            case ENTER :  if(flagrecog==ON)
                              key=OK;
                             if(flagopenfile==ON)
                              key=OK;
                             break;
            default        : break;
      }
     }while(!((key==ALT_X)||(key==ALT_F)||(key==ALT_O)||(key==ALT_R)||(key==LEFT)||(key==RIGHT)||(key==UP)||
            (key==DOWN)||(key=='j')||(key=='f')||(key=='i')||(key==',')||(key==OK)||(key==CHRDIR)||(key==ESC)||
           (key==HOME)||(key==END)||(key==PGUP)||(key==PGDN)||(key==F3)));
     return(key);
    }

    void beep(void){
     sound(7000);  delay(30);
     nosound();
    }


    void filemenu(void){
    int i;

     mouse_hide();  linebox(11,26,120,65,LIGHTBLUE);
     setcolor(BLACK);
     for(i=0;i<=3;i++)    line(14,44+i,120,44+i);
     for(i=0;i<=3;i++)    line(14,66+i,120,66+i);
     for(i=0;i<=3;i++)    line(121+i,30,121+i,69);
     setcolor(DARKGRAY);
     for(i=0;i<=3;i++)    line(10,44+i,13,44+i);
     setcolor(WHITE);  line(10,25,10,43);  line(10,47,10,65);  line(10,25,120,25);  line(10,47,120,47);
     outtextxy(22,30," pen      ");  outtextxy(22,53,"E it      ");
     setcolor(LIGHTRED);  outtextxy(22,30,"O       F3");  outtextxy(22,53," x    Alt-x");
     flagfmenu=ON;  mouse_display();
    }

    void getfilename(void){
    int i;
    char string[25];

     mouse_hide();
     linebox(11,26,120,43,BLUE);
     setcolor(LIGHTGRAY);  outtextxy(22,30," pen      ");
     setcolor(RED);  outtextxy(22,30,"O       F3");
     setcolor(WHITE);  line(11,44,120,44);  line(120,27,120,44);
     setcolor(BLACK);  line(10,25,10,43);  line(10,25,120,25);  linebox(102,102,540,400,CYAN);
     setcolor(WHITE);  line(100,100,540,100);  line(100,100,100,400);  line(101,101,540,101);
     line(101,101,101,400);  line(419,139,520,139);  line(419,139,419,160);  line(419,179,520,179);
     line(419,179,419,200);  line(419,219,520,219);  line(419,219,419,240);
     linebox(120,140,400,160,LIGHTBLUE);  linebox(120,170,400,380,LIGHTBLUE);  linebox(521,145,525,165,BLACK);
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
linebox(425,161,525,166,BLACK); linebox(521,185,525,205,BLACK); linebox(425,201,525,206,BLACK);
linebox(521,225,525,245,BLACK); linebox(425,241,525,246,BLACK);
for(i=0;i<=15;i++)   line(100+i,401+i,556,401+i);
for(i=0;i<=15;i++)   line(541+i,100+i,541+i,416);
linebox(381,174,396,376,LIGHTGRAY); linebox(382,175,395,185,LIGHTRED);
linebox(382,365,395,375,LIGHTRED); linebox(124,174,379,190,BLUE);
rectangle(381,174,396,376);
linebox(420,140,520,160,LIGHTBLUE); linebox(420,180,520,200,LIGHTBLUE);
linebox(420,220,520,240,LIGHTBLUE); linebox(125,197,378,209,BLUE);
setcolor(BLACK); line(383,185,395,185); line(395,176,395,185); line(383,375,395,375); line(395,366,395,375);
setcolor(WHITE); outtextxy(460,147,"OK"); outtextxy(447,187,"CANCLE");
outtextxy(432,227,"CHANGE DIR"); outtextxy(135,147,"C:\\TC\\*.PCX");
string[0]=30; string[1]=0; outtextxy(386,177,string);
string[0]=31; string[1]=0; outtextxy(386,368,string);
rectangle(122,142,398,158); rectangle(122,172,398,378);
line(382,175,382,185); line(382,175,395,175); line(382,365,382,375); line(382,365,395,365);
findpcx("*.pcx");
if(cntfilepcx!=0){
  for(i=0;i<=13&&i!=cntfilepcx+1;i++){
    if(i==0)
      setcolor(YELLOW);
    if(i==1)
      setcolor(WHITE);
    outtextxy(135,200+12*i,filenamepcx[i]);
    ltoa((unsigned long)sizepcx[i],string,10); outtextxy(295,200+12*i,string);
  }
 }
 else{
  outtextxy(135,200,"..\\");
 }
 setcolor(YELLOW); outtextxy(267,117,"OPEN FILE .PCX"); outtextxy(145,179," Name          Bytes");
 line(108,120,108,395); line(535,120,535,395); line(108,395,535,395); line(108,120,243,120); line(395,120,535,120);
 flagopenfile=ON; flagfmenu=OFF;
 mouse_display();
}

void findpcx(char str[]){
struct ffblk ffblk;
int done,i=0,,j;

  done = findfirst(str,&ffblk,0);
  while (!done){
    j=0;
    while(j<=13){
      filenamepcx[i][j]=ffblk.ff_name[j];
      j++;
    }
    sizepcx[i]=ffblk.ff_fsize;
    i++;  done = findnext(&ffblk);
  }
  if(i>0)
    i--;
  cntfilepcx=i;
}

/*---------------------- LOADPCX -> XMS ----------------------------*/
int loadpicture(char filename[]){
FILE *imagefile;
unsigned int j;
int n,c,pixmaxx,pixmaxy;
short int flag;
long newsize;

  if((imagefile=fopen(filename,"rb"))==NULL){
    return(OFF);
  }
  fread(&header,70,1,imagefile);
  if(header.bits_per_pixel == 1 && header.color_planes == 1){
    fseek(imagefile,128L,SEEK_SET);
    bytes = header.bytes_per_line;
    pixmaxx = header.xmax-header.xmin+1;
    pixmaxy = header.ymax-header.ymin+1;
    if(pixmaxx > 8000){
      closegraph();  printf("I can't display this LARGE picture\n");  fclose(imagefile);
```

เอกสารนี้ได้รับการสงวนลิขสิทธิ์ ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu); xmsfree(handle_ffopen);
    xmsfree(handle_frecog); xmsfree(handle_qc); xmsfree(handle_show);
    exit(1);
   }
   newsize=(((long)(pixmaxx/7)*(long)pixmaxy)>>10);
   if(newsize>oldsize){
    oldsize=newsize;
    flag=xmsrealloc(handle_file,(long)newsize);
    if(flag==OFF){
     closegraph(); printf("Not enough Extended memory\n"); fclose(imagefile);
     xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu); xmsfree(handle_ffopen);
     xmsfree(handle_frecog); xmsfree(handle_qc); xmsfree(handle_show);
     exit(1);
    }
    flag=xmsrealloc(handle_filebk,(long)newsize);
    if(flag==OFF){
     closegraph(); printf("Not enough Extended memory\n"); fclose(imagefile);
     xmsfree(handle_file); xmsfree(handle_filebk); xmsfree(handle_fmenu); xmsfree(handle_ffopen);
     xmsfree(handle_frecog); xmsfree(handle_qc); xmsfree(handle_show);
     exit(1);
    }
   }
   for(liney=0;liney<=pixmaxy;liney++){
    n=0;
    do{
      c = fgetc(imagefile) & 0xff;
      if((c & 0xc0) == 0xc0){
       j = c & 0x3f;
       c = fgetc(imagefile);
       while(j--){
          picture[n] = (unsigned char)c^0xFF;
          n++;
       }
      }
      else{
        picture[n] = (unsigned char)c^0xFF;
        n++;
      }
    }while(n < bytes);
    xmswriteoff(picture,handle_file,(long)bytes,(long)liney*(long)bytes);
    xmswriteoff(picture,handle_filebk,(long)bytes,(long)liney*(long)bytes);
   }
   fclose(imagefile);
   displaypicture();
   return(ON);
  }
  fclose(imagefile);
  return(OFF);
}

/*---------------------- DISPLAYPICTURE ----------------------*/
void displaypicture(void){
int y=0,x=0,count,offset;

  xoff=0; yoff=0;
  if(header.bytes_per_line < 78)
    bytes=header.bytes_per_line;
    else
      bytes=78;
  if(header.ymax < 439)
    liney=header.ymax-header.ymin+1;
    else
      liney=439;
  if(header.xmax+1 < 640)
    column=(header.xmax+1)/8;
  else
     column=(640/8);
  offset=21*80+1; count=0;
  for(y=0;y<liney;y++){
    xmsreadoff(&picture[0],handle_file,bytes,(long)(yoff+y)*(long)header.bytes_per_line+xoff);
    for(x=0;x<bytes;x++){
      pokeb(0xA000,offset,picture[x]^0xFF);
      offset++; count++;
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    if(count==bytes){
      offset+=2;  offset+=(80-(bytes+2));   count=0;
    }
   }
   flagfmenu=OFF;  flagopenfile=OFF;  viewflag=ON;
}

/*---------------------------- VIEWPICTURE ------------------------------*/
void viewpicture(void){
int y=0,x=0,count,offset;

  mouse_hide();
  offset=21*80+1;  count=0;
  for(y=0;y<liney;y++){
    xmsreadoff(&picture[0],handle_file,bytes,(long)(yoff+y)*(long)header.bytes_per_line+xoff);
    for(x=0;x<bytes;x++){
      pokeb(0xA000,offset,picture[x]^0xFF);
      offset++;   count++;
    }
    if(count==bytes){
      offset+=2;   offset+=(80-(bytes+2));   count=0;
    }
  }
}

void recognize(void){
int i;

  mouse_hide();
  linebox(190,25,405,120,BLUE);  linebox(205,80,285,100,LIGHTBLUE);  linebox(305,80,385,100,LIGHTBLUE);
  setcolor(BLACK);
  for(i=0;i<5;i++){
    line(210,101+i,290,101+i);  line(310,101+i,390,101+i);  line(198,121+i,406,121+i);
  }
  for(i=0;i<5;i++){
    line(286+i,85,286+i,105);  line(386+i,85,386+i,105);   line(406+i,33,406+i,125);
  }
  setcolor(WHITE);  line(190,25,405,25);  line(190,25,190,120);  line(205,80,205,100);  line(205,80,285,80);
  line(305,80,305,100);  line(305,80,385,80);  outtextxy(235,87,"OK");  outtextxy(323,87,"CANCLE");
  outtextxy(206,38,"Do you want recognition");  outtextxy(206,50,"file              to");  outtextxy(206,62,"          text file.");
  setcolor(YELLOW);  rectangle(192,27,403,118);  outtextxy(250,50,filenamepcx[cntfile]);
  i=0;
  while(filenamepcx[cntfile][i]!='.'){
    filenameocr[i]=filenamepcx[cntfile][i];
    i++;
  }
  filenameocr[i]='.';  filenameocr[i+1]='O';  filenameocr[i+2]='C';  filenameocr[i+3]='R';  filenameocr[i+4]=0;
  outtextxy(208,62,filenameocr);  flagrecog=ON;
}



/*---------------------------- XMS READ BIT ------------------------------*/
int xmsreadbit(int x,int y,int handle){
short int mx,mx1,mx2,mx3,mx4,mx5,mx6,mx7,mx8;
unsigned char picture1;
int count;

    for(count=0;count<=header.bytes_per_line;count++)
      if(((8*count) < x) && ((8*(count+1)) > x) || ((8*count) == x))
        break;
    xmsreadoff(&picture[0],handle,header.bytes_per_line,(long)(y)*(long)header.bytes_per_line);
    picture1=picture[count];
    if(picture1!=0){
      if(picture1>127){
        mx8=WHITE;  picture1-=128;
       }else
          mx8=0;
      if(picture1>63){
        mx7=WHITE;  picture1-=64;
       }else
          mx7=0;
      if(picture1>31){
        mx6=WHITE;  picture1-=32;
```

เอกสารนี้ใช้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    }else
      mx6=0;
    if(picture1>15){
     mx5=WHITE;  picture1-=16;
    }else
      mx5=0;
    if(picture1>7){
     mx4=WHITE;  picture1-=8;
    }else
      mx4=0;
    if(picture1>3){
     mx3=WHITE; picture1-=4;
    }else
      mx3=0;
    if(picture1>1){
     mx2=WHITE;  picture1-=2;
    }else
      mx2=0;
    if(picture1==1)
     mx1=WHITE;
    else
      mx1=0;
    if((x-8*count) == 0)      mx=mx8;
    if((x-8*count) == 1)      mx=mx7;
    if((x-8*count) == 2)      mx=mx6;
    if((x-8*count) == 3)      mx=mx5;
    if((x-8*count) == 4)      mx=mx4;
    if((x-8*count) == 5)      mx=mx3;
    if((x-8*count) == 6)      mx=mx2;
    if((x-8*count) == 7)      mx=mx1;
    return(mx);
   }
   byteflag=ON;
   return(0);
}

/*---------------------------- XMS WRITE BIT ----------------------------*/
void xmswritebit(int x,int y){
int count;

  for(count=0;count<=header.bytes_per_line;count++)
    if(((8*count) < x) && ((8*(count+1)) > x) || ((8*count) == x))
      break;
  if((x-8*count) == 0)   picture[count] ^= 128;
  if((x-8*count) == 1)   picture[count] ^= 64;
  if((x-8*count) == 2)   picture[count] ^= 32;
  if((x-8*count) == 3)   picture[count] ^= 16;
  if((x-8*count) == 4)   picture[count] ^= 8;
  if((x-8*count) == 5)   picture[count] ^= 4;
  if((x-8*count) == 6)   picture[count] ^= 2;
  if((x-8*count) == 7)   picture[count] ^= 1;
  xmswriteoff(picture,handle_file,header.bytes_per_line,(long)y*(long)header.bytes_per_line);
}

/*---------------------------- EXTRACT CHAR ----------------------------*/
void recognition(void){
register int x,y;
int ix,iy,dx,dy,width=0,sumchar=0,spac=0;
unsigned long mindx=0,mindy=0,maxdx=mindx,maxdy=mindy,oldmaxdx=0,sumwidth=0;

                          /* CALCULATE  SIZE_Y  CHARACTER */
  do{
    x=0;  y=maxdy;
    do{
      x++;
      bitcolor=xmsreadbit(x,y,handle_file);
      if(x>=header.xmax-1){
        x=0; y++;
      }
      if(byteflag==ON){
        x+=7;
        byteflag=OFF;
      }
      if(y>=header.ymax-1)
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    goto END_RECOG;
  }while(!((bitcolor == WHITE)));
  mindy=y-1;
  y++; x=0;
  do{
   x++;
   bitcolor=xmsreadbit(x,y,handle_file);
   if(bitcolor == WHITE){
     x=0; y++;
   }
   if(byteflag==ON){
     x+=7;
     byteflag=OFF;
   }
   if(y>=header.ymax-1)
     goto END_RECOG;
  }while(!(x >= header.xmax-1));
  maxdy=y;
                        /* END CALCULATE SIZE_Y CHARACTER */
                        /* CALCULATE SIZE_X CHARACTER    */
  do{
   if(x==header.xmax-1)
     mindx=1;
   x=maxdx; y=mindy;
   do{
      y++;
      bitcolor=xmsreadbit(x,y,handle_file);
      if(y==maxdy){
        x++; y=mindy;
      }
      if(x>=header.xmax-1){
        x=header.xmax;
        nextlineflag=ON;
        goto NEXTLINE;
      }
   }while(!(bitcolor == WHITE));
   mindx=x-1; x++;
   y=mindy;
   do{
      y++;
      bitcolor=xmsreadbit(x,y,handle_file);
      if(bitcolor == WHITE){
        x++; y=mindy;
      }
      if(x>=header.xmax-1){
        x=header.xmax;
        nextlineflag=ON;
        goto NEXTLINE;
      }
   }while(!(y == maxdy));
   maxdx=x;
                         /* END CALCULATE SIZE_X CHARACTER*/
   if(((maxdx-mindx) <= 120) && ((maxdy-mindy) <= 120)){
     for(dy=0;dy<=120;dy++)
       for(dx=0;dx<=120;dx++)
          charpicture[dx][dy]=0;
       dx=0;  dy=0;
       for(iy=mindy;iy<=maxdy;iy++){
         for(ix=mindx;ix<=maxdx;ix++){
           bitcolor=xmsreadbit(ix,iy,handle_file);
           charpicture[dx][dy]=bitcolor;
           if(bitcolor==WHITE)
             xmswritebit(ix,iy);
           dx++;
         }
         dy++;   dx=0;
       }
       minxx=mindx;   minyy=mindy;
       maxxx=maxdx;   maxyy=maxdy;
       sumwidth+=(maxdx-mindx+1);
       sumchar++;
       width=sumwidth/sumchar;
       if((mindx-oldmaxdx)>(width/4))
         spac=1;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        thinning(maxdx-mindx+1,maxdy-mindy+1,spac);
        spac=0;
        oldmaxdx=maxdx;
         if(ctrl_cflag==ON)
           goto end;
      }
      NEXTLINE: x=x;
    }while(!(x>=header.xmax-1));
    maxdx=1;
    END_RECOG: y=y;
  }while(!(y >= header.ymax-1));
  end : x=x;
  for(liney=0;liney<=header.ymax;liney++){
    xmsreadoff(picture,handle_filebk,(long)bytes,(long)liney*(long)bytes);
    xmswriteoff(picture,handle_file,(long)bytes,(long)liney*(long)bytes);
  }
  displaypicture();  viewtextfile();
  ctrl_cflag=OFF;  nextlineflag=OFF;
  return;
}

/*---------------------- THINNING CHAR ----------------------*/
void thinning(int subdx,int subdy,int spac){
int x,y,endx,endy;
int mindx,mindy,maxdx,maxdy;
short int endcnt,endbranch,dotcnt,flag,n0,n1,n3,n5,n7,ns,ne,ng,color=1;

  for(y=0;y<=subdy;y++)
    for(x=0;x<=subdx;x++)
      if(charpicture[x][y]==WHITE)
        charpicture[x][y]=BLUE;
  do{
    flag=1;  x=1;  y=1;
    while(!(y>=1+subdy)){
      if((bitcolor=charpicture[x][y])==color){
        if(bitcolor==1){
          readmbx(x,y);
          n0 = (x3||x7)&&(x5||x1);
          n1 = x2&&!(x1||x3);
          n3 = x4&&!(x3||x5);
          n5 = x6&&!(x5||x7);
          n7 = x8&&!(x7||x1);
          ne = ((x2&&x3&&x4&&(!x7))||(x4&&x5&&x6&&(!x1))||
                (x6&&x7&&x8&&(!x3))||(x8&&x1&&x2&&(!x5)));
          if(!(n1||n3||n5||n7||(!(n0||ne)))){
            flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
          }
          if(x1&&x2&&(!(x8||x3||x4||x5||x6||x7))){
            flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
          }
        }
        color=!color;
      }
      x++;
      if(x==(1+subdx)){
        x=1;  y++;
      }
    }
    x=1;  y=1;
    while(!(x>=(1+subdx))){
      if((bitcolor=charpicture[x][y])==color){
        if(bitcolor==1){
          readmbx(x,y);
          n0 = (x3||x7)&&(x5||x1);
          n1 = x2&&!(x1||x3);
          n3 = x4&&!(x3||x5);
          n5 = x6&&!(x5||x7);
          n7 = x8&&!(x7||x1);
          ne = (x2&&x3&&x4&&(!x7))||(x4&&x5&&x6&&(!x1))||
                (x6&&x7&&x8&&(!x3))||(x8&&x1&&x2&&(!x5));
          if(!(n1||n3||n5||n7||(!(n0||ne)))){
            flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
          }
          if(x6&&x7&&(!(x8||x1||x2||x3||x4||x5))){
```

เอกสารนี้สงวนลิขสิทธิ์ ใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
        flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
       }
      }
      color=!color;
     }
     y++;
     if(y==(1+subdy)){
       x++;  y=1;
     }
    }
    x=1+subdx;  y=1+subdy;
    while(!(y<=1)){
     if((bitcolor=charpicture[x][y])==color){
      if(bitcolor==1){
       readmbx(x,y);
       n0 = (x3|x7)&&(x5|x1);
       n1 = x2&&!(x1||x3);
       n3 = x4&&!(x3||x5);
       n5 = x6&&!(x5||x7);
       n7 = x8&&!(x7||x1);
       ne = (x2&&x3&&x4&&(!x7))||(x4&&x5&&x6&&(!x1))||
            (x6&&x7&&x8&&(!x3))||(x8&&x1&&x2&&(!x5));
       if(!(n1||n3||n5||n7||(!(n0||ne)))){
         flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
       }
       if(x6&&x5&&(!(x2||x3||x4||x7||x8||x1))){
         flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
       }
      }
      color=!color;
     }
     x--;
     if(x==1){
       x=1+subdx;   y--;
     }
    }
    x=1+subdx;  y=1+subdy;
    while(!(x<=1)){
     if((bitcolor=charpicture[x][y])==color){
      if(bitcolor==1){
       readmbx(x,y);
       n0 = (x3||x7)&&(x5||x1);
       n1 = x2&&!(x1||x3);
       n3 = x4&&!(x3||x5);
       n5 = x6&&!(x5||x7);
       n7 = x8&&!(x7||x1);
       ne = (x2&&x3&&x4&&(!x7))||(x4&&x5&&x6&&(!x1))||
            (x6&&x7&&x8&&(!x3))||(x8&&x1&&x2&&(!x5));
       if(!(n1||n3||n5||n7||(!(n0||ne)))){
         flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
       }
       if(x2&&x3&&(!(x4||x5||x6||x7||x8||x1))){
         flag=0;  charpicture[x][y]=BLACK;
       }
      }
      color=!color;
     }
     y--;
     if(y==1){
       x--;  y=1+subdy;
     }
    }
    flag&=flag;
    }while(!flag);
   for(y=0;y<=subdy;y++)
    for(x=0;x<=subdx;x++){
     bitcolor=charpicture[x][y];
     if(bitcolor==WHITE)
      charpicture[x][y]=BLUE;
    }
   mindx=subdx;  mindy=subdy;
   maxdx=0;  maxdy=0;
   for(y=0;y<=subdy;y++)
    for(x=0;x<=subdx;x++){
```

เอกสารนี้จัดเก็บไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
      bitcolor=charpicture[x][y];
      if(bitcolor==BLUE){
        if(y<mindy)   mindy=y;
        if(y>maxdy)   maxdy=y;
        if(x<mindx)   mindx=x;
        if(x>maxdx)   maxdx=x;
      }
    }
  mindy--; maxdy++; mindx--; maxdx++;
  endcnt=0;  endbranch=0;
  for(y=mindy;y<=maxdy;y++)
    for(x=mindx;x<=maxdx;x++){
      bitcolor=charpicture[x][y];
      if(bitcolor == BLUE){
        readmtx(x,y);
        if((x1==YELLOW)||(x1==RED))     x1=1;
        if((x2==YELLOW)||(x2==RED))     x2=1;
        if((x3==YELLOW)||(x3==RED))     x3=1;
        if((x4==YELLOW)||(x4==RED))     x4=1;
        if((x5==YELLOW)||(x5==RED))     x5=1;
        if((x6==YELLOW)||(x6==RED))     x6=1;
        if((x7==YELLOW)||(x7==RED))     x7=1;
        if((x8==YELLOW)||(x8==RED))     x8=1;
        ns = (x1^x2)+(x2^x3)+(x3^x4)+(x4^x5)+(x5^x6)+(x6^x7)+(x7^x8)+(x8^x1);
        ng = x1+x3+x5+x7;
        if(ns==6||ns==8){
          charpicture[x][y]=YELLOW;
          endbranch++;
        }
        if(ns==2&&ng<2){
          charpicture[x][y]=RED;
          endcnt++;
        }
      }
    }
  while((endcnt!=0)&&(endbranch!=0)){
    dotcnt=0;
    for(y=mindy;y<=maxdy;y++)
      for(x=mindx;x<=maxdx;x++){
        bitcolor=charpicture[x][y];
        if(bitcolor == RED){
          endx=x;   endy=y;
          do{
            dotcnt++;
            if(dotcnt>100){
              charpicture[endx][endy]=BLUE;
              goto nextend;
            }
            charpicture[x][y]=LIGHTBLUE;
            readmtx(x,y);
            if(x1==1)          x++;
            if(x2==1){
              x++; y--;
            }
            if(x3==1)          y--;
            if(x4==1){
              x--; y--;
            }
            if(x5==1)          x--;
            if(x6==1){
              x--; y++;
            }
            if(x7==1)          y++;
            if(x8==1){
              x++; y++;
            }
          }while(!(x1==YELLOW||x2==YELLOW||x3==YELLOW||x4==YELLOW
                   ||x5==YELLOW||x6==YELLOW||x7==YELLOW||x8==YELLOW));
          x=endx;  y=endy;
          while(((dotcnt<((maxdx-mindx+1)/3))&&(dotcnt<((maxdy-mindy+1)/3)))&&(dotcnt!=0)){
            charpicture[x][y]=BLACK;
            dotcnt--;
            readmtx(x,y);
            if(x1==9)          x++;
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารสงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
            if(x2==9){
              x++; y--;
            }
            if(x3==9)          y--;
            if(x4==9){
              x--; y--;
            }
            if(x5==9)          x--;
            if(x6==9){
              x--; y++;
            }
            if(x7==9)          y++;
            if(x8==9){
              x++; y++;
            }
          }
          goto nextend;
        }
    }
   nextend: endcnt--;
 }
 for(y=0;y<subdy;y++)
   for(x=0;x<subdx;x++){
     bitcolor=charpicture[x][y];
     if(bitcolor==BLUE||bitcolor==LIGHTBLUE||bitcolor==RED||bitcolor==YELLOW)
       charpicture[x][y]=WHITE;
   }
 compare(subdx,subdy);
 readcode(Qcode,spac);
}

/*---------------------- READ METRIX 3*3 ----------------------*/
void readmtx(int x,int y){

  x0 = charpicture[x][y];          if(x0 == WHITE)   x0 = 1;
  x1 = charpicture[x+1][y];        if(x1 == WHITE)   x1 = 1;
  x2 = charpicture[x+1][y-1];      if(x2 == WHITE)   x2 = 1;
  x3 = charpicture[x][y-1];        if(x3 == WHITE)   x3 = 1;
  x4 = charpicture[x-1][y-1];      if(x4 == WHITE)   x4 = 1;
  x5 = charpicture[x-1][y];        if(x5 == WHITE)   x5 = 1;
  x6 = charpicture[x-1][y+1];      if(x6 == WHITE)   x6 = 1;
  x7 = charpicture[x][y+1];        if(x7 == WHITE)   x7 = 1;
  x8 = charpicture[x+1][y+1];      if(x8 == WHITE)   x8 = 1;
}

/*---------------------- FIND QCODE ----------------------*/
void compare(int subdx,int subdy){
int i,j,ix,iy,x=0,y=0,maxangle=0;
int mindx=subdx,maxdx=1,mindy=subdy,maxdy=1;
int startx,starty,endx,endy,ns,ng,P2_6=0,P3_7=0,P4_8=0,P5_1=0;
short int bit[8],isolate,branch,cross,end,connect;

  end=0;  cross=0;  branch=0;  isolate=0;  connect=0;
  for(y=0;y<subdy;y++)
    for(x=0;x<subdx;x++)
      if(charpicture[x][y]==BLUE)
        charpicture[x][y]=WHITE;
  mindx=1;  mindy=1;  maxdx=subdx+2;  maxdy=subdy+2;
  ix=(maxdx-mindx+1)/2;
  iy=(maxdy-mindy+1)/4;
  for(i=0;i<11;i++)    Qcode[i] = 0;
  for(i=0;i<8;i++)      bit[i] = 0;
  for(i=0;i<8;i++){
    switch(i){
      case 0 : startx=mindx;  starty=mindy; endx=ix-1; endy=iy-1; break;
      case 1 : startx=ix; starty=mindy; endx=maxdx; endy=iy-1; break;
      case 2 : startx=mindx;  starty=iy; endx=ix-1; endy=2*iy-1; break;
      case 3 : startx=ix; starty=iy; endx=maxdx; endy=2*iy-1; break;
      case 4 : startx=mindx;  starty=2*iy; endx=ix-1; endy=3*iy-1; break;
      case 5 : startx=ix; starty=2*iy; endx=maxdx; endy=3*iy-1; break;
      case 6 : startx=mindx;  starty=3*iy; endx=ix-1; endy=maxdy; break;
      case 7 : startx=ix; starty=3*iy; endx=maxdx; endy=maxdy; break;
      default : break;
    }
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
 for(y=starty;y<=endy;y++)
  for(x=startx;x<=endx;x++)
     if(charpicture[x][y] == WHITE){
       bit[i]=1;
       goto nextblock;
     }
 nextblock : ;
}
Qcode[9]=bit[0]+bit[1]*2+bit[2]*4+bit[3]*8+bit[4]*16+bit[5]*32+bit[6]*64+bit[7]*128;
mindx=subdx; maxdx=1;  mindy=subdy; maxdy=1;
for(y=0;y<=subdy;y++)
 for(x=0;x<=subdx;x++)
  if(charpicture[x][y]==WHITE){
    if(y<mindy)   mindy=y;
    if(y>maxdy)  maxdy=y;
    if(x<mindx)   mindx=x;
    if(x>maxdx)  maxdx=x;
  }
ix=(maxdx-mindx+1)/3;
iy=(maxdy-mindy+1)/3;
for(i=0;i<9;i++){
 switch(i){
  case 0 : startx=mindx;  starty=mindy; endx=mindx+ix-1; endy=mindy+iy-1;  break;
  case 1 : startx=mindx+ix; starty=mindy; endx=maxdx-ix-1; endy=mindy+iy-1;  break;
  case 2 : startx=maxdx-ix;  starty=mindy; endx=maxdx; endy=mindy+iy-1;  break;
  case 3 : startx=mindx; starty=mindy+iy; endx=mindx+ix-1; endy=maxdy-iy-1;  break;
  case 4 : startx=mindx+ix;  starty=mindy+iy; endx=maxdx-ix-1; endy=maxdy-iy-1;  break;
  case 5 : startx=maxdx-ix; starty=mindy+iy; endx=maxdx; endy=maxdy-iy-1;  break;
  case 6 : startx=mindx;  starty=maxdy-iy; endx=mindx+ix-1; endy=maxdy;  break;
  case 7 : startx=mindx+ix; starty=maxdy-iy; endx=maxdx-ix-1; endy=maxdy;  break;
  case 8 : startx=maxdx-ix; starty=maxdy-iy; endx=maxdx; endy=maxdy;  break;
  default : break;
 }
 for(j=0;j<8;j++)    bit[j] = 0;
 for(y=starty;y<=endy;y++)
  for(x=startx;x<=endx;x++)
     if(charpicture[x][y] == WHITE){
     readmbx(x,y);
     if(x2&&x6)  P2_6++;
     if(x3&&x7)  P3_7++;
     if(x4&&x8)  P4_8++;
     if(x5&&x1)  P5_1++;
     ns=(x1^x2)+(x2^x3)+(x3^x4)+(x4^x5)+(x5^x6)+(x6^x7)+(x7^x8)+(x8^x1);
     ng=x1+x3+x5+x7;
     switch(ns){
        case 0 : if(ng==4);     /*internal*/
                 else
                   isolate=1;  /*isolate*/
                 break;
        case 8 : cross=1;       /*cross*/
                 break;
        case 6 : branch=1;      /*branch*/
                 break;
        case 4 : connect=1;     /*connect*/
                 break;
        case 2 : if(ng<2)       /*end*/
                  end=1;
                 else         /*connect*/
                   connect=1;
                  break;
     }
 }
 if(maxangle<P2_6)     maxangle=P2_6;
 if(maxangle<P3_7)     maxangle=P3_7;
 if(maxangle<P4_8)     maxangle=P4_8;
 if(maxangle<P5_1)     maxangle=P5_1;
 if(maxangle==P2_6    bit[0]=1;
 if(maxangle==P3_7)   bit[1]=1;
 if(maxangle==P4_8){
   bit[0]=1;     bit[1]=1;
 }
 if(maxangle==P5_1)   bit[2]=1;
 bit[3]=connect;   bit[4]=end;   bit[5]=branch;   bit[6]=cross;   bit[7]=isolate;
 Qcode[i]=bit[0]+bit[1]*2+bit[2]*4+bit[3]*8+bit[4]*16+bit[5]*32+bit[6]*64+bit[7]*128;
```

เอกสารนี้เป็นลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย ที่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
   P2_6=0;   P3_7=0;   P4_8=0;   P5_1=0;
   end=0;   cross=0;   branch=0;   isolate=0;   connect=0;   maxangle=0;
  }
}

/*---------------------- READ & COMPARE QCODE FROM DISK ----------------*/
void readcode(unsigned char weight[],int spac){
FILE *textfile;
int i;
short int flag;
unsigned char code[11];
char character[2];

  if((fcode=fopen("qcode","rb")) == NULL){
    closegraph();  gotoxy(20,20);  printf("Can't open file qcode");  closegraph();
    xmsfree(handle_file);   xmsfree(handle_filebk);   xmsfree(handle_fmenu);   xmsfree(handle_ffopen);
    xmsfree(handle_frecog);   xmsfree(handle_qc);   xmsfree(handle_show);
    exit(0);
  }
  rewind(fcode);
  do{
    for(i=0;i<10;i++){
      code[i]=fgetc(fcode);
      if(feof(fcode)){
              fclose(fcode);
        if((textfile=fopen(filenameocr,"a+"))==NULL){
          outtextxy(200,300,"Can not open textfile for write.");
        }
        if(spac==1)
          fputc(0x20,textfile);
        fclose(textfile);
        writecode(weight);
        return;
      }
    }
    code[10]=0;
    if(strcmp(weight,code)==0){
      character[0]=fgetc(fcode);
      character[1]=0;
      character[0]=character[0];
      if((textfile=fopen(filenameocr,"a+"))==NULL)
        outtextxy(200,300,"Can not open textfile for write.");
      if(nextlineflag==ON){
        fputc('\n',textfile);
        nextlineflag=OFF;
      }
      if(spac==1)
        fputc(0x20,textfile);
      fputc(character[0],textfile);
      fclose(textfile);
      flag=1;
    }
     else{
       character[0]=fgetc(fcode);
       flag=0;
     }
  }while(flag==0);
  fclose(fcode);
}

/*---------------------- WRITE QCODE TO DISK ----------------------*/
void writecode(unsigned char weight[]){
FILE *textfile;
int i,iy,key;
char character[2];

  if((fcode=fopen("qcode","a+b")) == NULL){
    closegraph();   gotoxy(20,20);  printf("Can't open file qcode");   closegraph();
    xmsfree(handle_file);   xmsfree(handle_filebk);   xmsfree(handle_fmenu);   xmsfree(handle_ffopen);
    xmsfree(handle_frecog);   xmsfree(handle_qc);   xmsfree(handle_show);
    exit(0);
  }
  showchar((maxxx-minxx+1/2)+maxxx,(maxyy-minyy+1/2)+maxyy);
  setcolor(YELLOW);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
outtextxy(185+maxxx-minxx+1,280,"Qcode>>");  outtextxy(247+maxxx-minxx+1,280,weight);
outtextxy(185+maxxx-minxx+1,292,"What's character ?");  outtextxy(185+maxxx-minxx+1,304,"-->>");
key=getch();
while(!((key==ESC)||(key==ENTER)||(key==CTRL_C))){
 setcolor(BLUE);
 for(i=0;i<10;i++)  line(225+maxxx-minxx+1,304+i,233+maxxx-minxx+1,304+i);
 character[0]=key;
 character[1]=0;
 setcolor(WHITE);  outtextxy(225+maxxx-minxx+1,304,character);
 key=getch();
 if(key == ENTER){
  for(i=0;i<10;i++)
   fputc(weight[i],fcode);
  fputc(character[0],fcode);
  if((textfile=fopen(filenameocr,"a+"))==NULL)
   outtextxy(200,300,"Can not open textfile for write.");
  if(nextlineflag==ON){
   fputc('\n',textfile);  nextlineflag=OFF;
  }
  fputc(character[0],textfile);
  fclose(textfile);
 }
}
if(key==CTRL_C)
 ctrl_cflag=ON;
if(key==ESC){
 if((textfile=fopen(filenameocr,"a+"))==NULL)
  outtextxy(200,300,"Can not open textfile for write.");
 fputc('*',textfile);
 fclose(textfile);
}
iy=0;
for(i=50;i<=250;i++){
 xmsreadoff(buffer,handle_show,401,(unsigned long)401*iy);  putimage(120,i,buffer,COPY_PUT);
 iy++;
}
iy=0;
for(i=260;i<=400;i++){
 xmsreadoff(buffer,handle_qc,301,(unsigned long)301*iy);  putimage(170,i,buffer,COPY_PUT);
 iy++;
}
fclose(fcode);
}

void showchar(int dx,int dy){
int x,y,ix,iy,xoff,dyoff,byte,count,offset;

iy=0;
for(y=50;y<=250;y++){
 getimage(120,y,520,y,buffer);  xmswriteoff(buffer,handle_show,401,(unsigned long)401*iy);
 iy++;
}
iy=0;
for(y=260;y<=400;y++){
 getimage(170,y,470,y,buffer);  xmswriteoff(buffer,handle_qc,301,(unsigned long)301*iy);
 iy++;
}
linebox(122,52,510,240,CYAN);  linebox(172,262,460,390,BLUE);
setcolor(WHITE);  rectangle(124,54,507,237);  rectangle(174,264,458,388);
for(iy=0;iy<2;iy++){
 line(120,50+iy,510,50+iy);  line(170,260+iy,460,260+iy);
}
for(iy=0;iy<2;iy++){
 line(120+iy,50,120+iy,240);  line(170+iy,260,170+iy,390);
}
setcolor(BLACK);
for(iy=0;iy<10;iy++){
 line(130,241+iy,520,241+iy);  line(180,391+iy,470,391+iy);
}
for(iy=0;iy<10;iy++){
 line(511+iy,60,511+iy,250);  line(461+iy,270,461+iy,400);
}
if(header.bytes_per_line < 47)
 byte=header.bytes_per_line;
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
    else
      byte=47;
  if(dx<200){
    dxoff=0;
  }
  if(dx>=200){
    dxoff=(int)(dx-200)/8;
    if(dxoff+47>header.xmax/8){
     dxoff=((header.xmax+1)/8)-47;
     if(dxoff<0)
       dxoff=0;
    }
  }
  dyoff=dy-150;
  if(dy<151){
    dyoff=0;
  }
  if(dyoff+176>header.ymax){
    dyoff=header.ymax-176;
  }
  mouse_hide();
  offset=58*80+16;  count=0;
  for(y=dyoff;y<(dyoff+176);y++){
    xmsreadoff(&picture[0],handle_filebk,byte,(long)y*(long)header.bytes_per_line+dxoff);
    for(x=0;x<byte;x++){
      pokeb(0xA000,offset,picture[x]);   offset++;   count++;
    }
    if(count==byte){
      offset+=33;    offset+=(80-(byte+33));    count=0;
    }
  }
  dx=0;  dy=0;
  for(iy=minyy;iy<=maxyy;iy++){
    for(ix=minxx;ix<=maxxx;ix++){
      bitcolor=xmsreadbit(ix,iy,handle_filebk);
      if(bitcolor==WHITE)
        putpixel(176+dx,266+dy,bitcolor);
      dx++;
    }
    dy++;    dx=0;
  }
}

void viewtextfile(void){
FILE *textfile;
int x,y,handle_textfile,handle_bg;
char ch[2];
long size,count,i;
short int buff_bg[452];

  mouse_hide();
  if((textfile=fopen(filenameocr,"rt"))==NULL){
    outtextxy(200,300,"Can not view text file.");
    return;
  }
  size=filesize(textfile);
  size=(size>>10)+1;
  handle_textfile=xmsalloc(size);
  if(handle_textfile==OFF){
    outtextxy(200,300,"Not enough Extended memory.");
    fclose(textfile);
    return;
  }
  count=0;
  while((feof(textfile)==0)){
    ch[0]=fgetc(textfile);
    xmswriteoff(ch,handle_textfile,2,count);
    count++;
  }
  handle_bg=xmsalloc(132); /*  y=300  x=450   ? 132K */
  if(handle_bg==OFF){
    outtextxy(200,300,"Not enough Extended memory.");
    xmsfree(handle_textfile);
    fclose(textfile);
```

เอกสารนี้สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
  return;
 }
 i=0;
 for(y=90;y<=390;y++){
  getimage(95,y,545,y,buff_bg);  xmswriteoff(buff_bg,handle_bg,451,(long)(451*i));
  i++;
 }
 linebox(97,92,535,380,BLUE);
 setcolor(BLACK);
 for(x=536;x<=545;x++)   line(x,100,x,390);
 for(y=381;y<=390;y++)   line(105,y,545,y);
 line(102,106,112,106); line(112,97,112,106);
 setcolor(WHITE); line(95,90,95,380); line(96,90,96,380); line(95,90,535,90); line(95,91,535,91);
 rectangle(99,94,533,378);
 line(99,108,533,108); line(101,96,111,96); line(101,96,101,106);
 linebox(102,97,111,105,LIGHTRED); linebox(104,99,108,103,WHITE);
 setcolor(YELLOW); outtexbxy(255,97,"Text File");
 i=0; x=0; y=0;
 while(i!=count){
  xmsreadoff(ch,handle_textfile,2,i);
  ch[1]=0;
  if(ch[0]!='\n'){
   if(x<53)
    outtexbxy(105+x*8,114+y*12,ch);
   x++;
  }
  else{
   x=0;  y++;
  }
  i++;
 }
 do{
  while(!kbhit()){
    mouse_display();
    m=getmouse();
    if(m.status==MOUSE_LEFT){
     if((m.x>101&&m.x<111)&&(m.y>96&&m.y<106)){
      ungetch(ESC);  break;
     }
    }
  }
  i=getch();
 }while(!(i==ESC));
 mouse_hide();
 i=0;
 for(y=90;y<=390;y++){
  xmsreadoff(buff_bg,handle_bg,451,(long)(451*i));  putimage(95,y,buff_bg,COPY_PUT);
  i++;
 }
 xmsfree(handle_textfile); xmsfree(handle_bg);
 fclose(textfile);
 mouse_display();
}

long filesize(FILE *stream){
long curpos, length;

  curpos = ftell(stream);
  fseek(stream, 0L, SEEK_END);
  length = ftell(stream);
  fseek(stream, curpos, SEEK_SET);
  return length;
}
```

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้