ปีการศึกษา 2531

การจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย

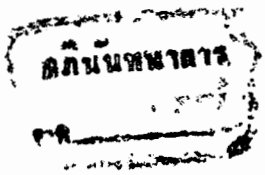
โดย

มามฤกษ์ เกียรติก้อง

ชนุษย์สิทธิ์ คล้ายมงคล

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ประสาร ดังติสานนท์



023189 -9 ส.ค. 2532

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย

(Printed Thai Character Recognition)

มาฆฤกษ์ เกียรติก้อง

ธนุษย์สิทธิ์ คล้ายมงคล

Makharikṣh Kiatkong

Tanussit Klaimongkol

อาจารย์ที่ปรึกษา

อาจารย์ ประสาร ตังติสานนท์

Advisor

Prasarn Tangtisanon

ปริญญานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตรบัณฑิต

สาขาวิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

คณะวิศวกรรมศาสตร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีการศึกษา 2531

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023189

การจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย

มารฤกษ์ เกียรติก้อง
ชนุษย์สิทธิ์ คล้ายมงคล
อ.ประสาร ตังติสานนท์ อาจารย์ที่ปรึกษา
ปีการศึกษา 2531

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้เสนอวิธีการจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย 76 ตัวอักษร โดยการหาจุดเด่นของตัวอักษรแต่ละแบบ มาเก็บรวบรวมไว้ในพจนานุกรม (Dictionary) เพื่อนำไปใช้ในการจดจำตัวอักษรนั้น ๆ ซึ่งเป็นไปในลักษณะของการเรียนรู้รูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยที่มีลักษณะแน่นอนหลาย ๆ แบบ ทำให้สามารถจดจำรูปแบบตัวอักษรแต่ละตัวในลักษณะที่แตกต่างกันได้

ในวิทยานิพนธ์นี้เราใช้ทฤษฎีฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นเมธอด (Feature Concentration Method) ในการเตรียมข้อมูลของตัวอักษรที่ได้มาจากอุปกรณ์อ่านข้อมูล (Scanner) ให้เหมาะสม โดยเราจะสนใจเพียงแต่ข้อมูลที่ได้มาจากการอ่านของอุปกรณ์อ่านข้อมูลนั้น โดยไม่พิจารณาถึงการทำงานของอุปกรณ์อ่านข้อมูลนั้น หลังจากนั้นจะเป็นการหาลักษณะเด่นของตัวอักษรซึ่งได้ทำการทดลองโดยใช้วิธีการสองวิธีคือ การนับ คอนเซนเทรทเวิร์ด (Concentrated word) ของแต่ละตัวอักษรและการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง (Center of gravity or C. G.) ซึ่งได้มาจากการเตรียมข้อมูลที่กล่าวมาข้างต้น

ในที่นี้เราใช้แบบ (font) ของตัวอักษร 4 แบบในการทดลอง ซึ่งพบว่าการจดจำตัวอักษรโดยใช้วิธีการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง ให้ผลลัพธ์ที่ดีกว่าและง่ายกว่าการนับ คอนเซนเทรทเวิร์ด ของแต่ละตัวอักษรซึ่งมีค่าที่ไม่แน่นอนเพียงพอที่จะใช้ในการจดจำตัวอักษรได้ และค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดบางค่ายังมีอยู่ในหลายตัวอักษรด้วย ดังนั้นในวิทยานิพนธ์นี้เราจึงเน้นมาทางการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง มากกว่า ซึ่งผลที่ได้จากการทดลองได้กล่าวไว้ในวิทยานิพนธ์นี้แล้ว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Printed Thai Character Recognition

Makhariksh Kiatkong

Tanussit Klaimongkol

Prasarn Tantisanon Advisor

Abstract

This thesis presents the method to recognize the 76 printed-thai characters by finding each of their feature and keeping them into the dictinoary for recognition in the way of several fixed-style character learning. By this method , we can recognize each character in different style.

In this thesis , we use the Feature Concentration Method for preparing the data of character from scanner in suitable case. We interest only in the data from scanner but not the work of it. After that , we find the feature of each character in two ways; by counting each concentrated word in every point of each character and using the concentrated word at the center of gravity of each character. Both ways use the data prepared from the data of scanner mentioned above.

In this project , we use 4 font of each character in experiment. We find that using the concentrated word at the center of gravity is better than counting each concentrated word at every point of character that not suitable for recognition because of an unstable number of each concentrated word and the concentrated word that belong to many characters. Thus , this thesis focuses on the feature of each character coming from the concentrated word at the center of gravity and we have already present the result of the experiment in this thesis.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

		หน้า
บทที่ 1	บทนำ	1
บทที่ 2	วัตถุประสงค์ ทฤษฎีในการจดจำรูปแบบ และการทำงานของอุปกรณ์อ่านข้อมูล	4
	2.1 วัตถุประสงค์	4
	2.2 ทฤษฎีในการจดจำรูปแบบ	4
	2.3 หลักการของการจดจำรูปแบบ	5
บทที่ 3	ทฤษฎีฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นเมธอด	7
	3.1 หลักการพื้นฐานของทฤษฎี	7
	3.1.1 การหาลักษณะของแต่ละจุด	8
	3.1.2 การปรับลักษณะของจุดให้เป็นค่าที่ถูกต้อง	12
	3.1.3 การรวบรวมลักษณะทางโครงสร้างของแต่ละจุด	15
บทที่ 4	การทดลองและเทคนิคที่ใช้	18
	4.1 เทคนิคที่ใช้ในการทดลอง	18
	4.1.1 เทคนิคในการเก็บค่า Concentrated code ลงในหน่วยความจำ	18
	4.1.2 การหาจุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษร	19
	4.1.3 เทคนิคในการใช้ค่ารหัสคอนเซนเทรทในการแยกแยะตัวอักษร	20
	4.2 การทดลอง	22
	4.2.1 วิธีการในการทดลอง	26
	4.2.2 ผลการทดลอง	27

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5	สรุปวิจารณ์และข้อเสนอแนะ	42
	5.1 สรุปวิจารณ์	42
	5.2 ข้อเสนอแนะ	43
ภาคผนวก		44
	ภาคผนวก ก รายละเอียดของอุปกรณ์อ่านข้อมูล	45
	ภาคผนวก ข ตัวอย่างของชุดอักษรที่ใช้ในโครงงานนี้	49
	ภาคผนวก ค การทำงานของอุปกรณ์อ่านข้อมูล	54
กิตติกรรมประกาศ		61
เอกสารอ้างอิง		62

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญรูปภาพ

		หน้า
รูปที่ 2.1	หลักการในการจดจำรูปแบบ	6
รูปที่ 3.1	ทิศทางมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบตัวอักษร	8
รูปที่ 3.2	ลักษณะในการพิจารณาหาค่า P-code	9
รูปที่ 3.3	ลักษณะในการพิจารณาหาค่า Q-code	11
รูปที่ 3.4	ค่า P-code และ Q-code ของตัวอักษรก่อนทำการ Unification	13
รูปที่ 3.5	ค่า P-code และ Q-code ของตัวอักษรหลังทำการ Unification	14
รูปที่ 3.6	Concentration ของจุดบนเนื้อตัวอักษร	16
รูปที่ 3.7	Concentration ของจุดบนพื้นตัวอักษร	17
รูปที่ 4.1	โครงสร้างในการเก็บค่า Concentrated code ลงหน่วยความจำ	18
รูปที่ 4.2	ตัวอย่างค่ารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วงของอักษรตัวหนึ่ง	21
รูปที่ 4.3	ค่ารหัสคอนเซนเทรทที่นำเข้ามาตรวจสอบว่าเป็นตัวอักษรใด	21
รูปที่ 4.4	ชุดอักษรภาษาไทยที่ใช้ในโครงงานนี้	23
รูปที่ 4.5	พื้นที่ในการหาค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดของจุดศูนย์ถ่วงแต่ละพื้นที่	24
รูปที่ ค 1	เครื่อง ScanJet ของบริษัท Hewlett-Packard	55
รูปที่ ค 2	ลักษณะของจอเมื่อเรียกใช้โปรแกรม Scangal	56
รูปที่ ค 3	เมนูในการ Preview Scan	57
รูปที่ ค 4	ผลที่ได้จากการทำ Preview Scan	57
รูปที่ ค 5	การตีกรอบเพื่อเลือกส่วนที่ต้องการนำไปใช้	58
รูปที่ ค 6	เมนูการทำ Final Scan	58
รูปที่ ค 7	เมนูในการตั้งชื่อไฟล์	59

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญตาราง

		หน้า
ตารางที่ 3.1	สูตรในการหารหัส P-code	10
ตารางที่ 3.2	รหัสของ Q-code ที่เป็นไปได้ทั้งหมด	12
ตารางที่ 3.3	กฎเกณฑ์ในการทำ Unification	15
ตารางที่ 4.1	แสดงจำนวนรหัสคอนเซนเทรทที่มากที่สุด 2 อันดับแรกของอักษรบางตัว	28
ตารางที่ 4.2	แสดงค่ารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วง 5 จุด โดยแสดงเฉพาะอักษรที่มีค่าซ้ำกัน	29
ตารางที่ 4.3	แสดงค่ารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วง 5 จุด โดยแสดงเฉพาะอักษรที่มีค่าซ้ำกัน (ต่อ)	30
ตารางที่ 4.4	ตารางข้อ 4.2.2.1 ผลจากชุดตัวอักษรจากพิมพ์ดีดโอลิมเปีย มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 76 ตัว	31
ตารางที่ 4.5	ตารางข้อ 4.2.2.2 ผลจากอักษร 1 แบบ พิมพ์ 10 ที สแกน 1 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 760 ตัว	32
ตารางที่ 4.6	ตารางข้อ 4.2.2.2 ผลจากอักษร 1 แบบ พิมพ์ 1 ที สแกน 10 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 760 ตัว	33
ตารางที่ 4.7	ตารางข้อ 4.2.2.3 ผลจากอักษร 4 แบบ พิมพ์ 1 ที สแกน 1 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 304 ตัว	34
ตารางที่ 4.8	ตารางข้อ 4.2.2.4 ผลจากอักษร 4 แบบ พิมพ์ 1 ที สแกน 10 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 2584 ตัว	35
ตารางที่ 4.9	ตารางข้อ 4.2.2.3,4.2.2.4 ผลจากอักษร 4 แบบ พิมพ์ 10 ที สแกน 1 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 2660 ตัว	36
ตารางที่ 4.10	ผลการทดลองที่ได้จากข้อ 4.2.2.5	40

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

ปัจจุบันนี้ คอมพิวเตอร์ได้เข้ามีบทบาทในการดำเนินชีวิตของผู้คนมากขึ้น โดยเฉพาะในแวดวงธุรกิจ ซึ่งมีความต้องการในการนำคอมพิวเตอร์ เข้าไปใช้เพิ่มประสิทธิภาพในการทำงานของหน่วยงานนั้น ๆ เป็นอย่างมาก แต่จะพบว่า ปัญหาหนึ่งที่เกิดขึ้นเสมอในการนำคอมพิวเตอร์เข้าไปใช้งานก็คือ การป้อนข้อมูลให้คอมพิวเตอร์

ในการป้อนข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์นั้น ปัญหาสำคัญที่เกิดขึ้นก็คือ มักจะพบการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดอยู่เสมอ แม้ว่าจะมีการฝึกอบรมผู้ใช้เครื่องคอมพิวเตอร์มาแล้วก็ตามนอกจากนี้ในบางหน่วยงานมักจะไม่ค่อยจะยอมรับในการเปลี่ยนแปลงวิธีการทำงาน เพราะมักจะเห็นว่าระบบการทำงานเก่านั้นดีอยู่แล้ว และเกิดความกลัวว่าคอมพิวเตอร์นั้นจะเข้ามาแทนที่การทำงานของคน ในบางภาษานั้น ปัญหาในการป้อนข้อมูลจะมีมาก เนื่องจากตัวอักษรในภาษานั้น ๆ มีเป็นจำนวนมาก ตัวอย่าง เช่น ภาษาญี่ปุ่น ภาษาจีน เป็นต้น ทำให้เกิดปัญหา ในการออกแบบแป้นพิมพ์ดีด สำหรับใช้ในการป้อนข้อมูล ซึ่งยุ่งยากมาก

ทางแก้ปัญหาต่าง ๆ ที่กล่าวมาข้างต้นก็คือ หาวิธีการที่จะทำให้คอมพิวเตอร์นั้นอ่านอักษรเข้าไป โดยตรงและสามารถรู้ได้ว่าเป็นตัวอักษรตัวใด ซึ่งจะทำให้สามารถแก้ปัญหาการป้อนข้อมูลที่ผิดพลาดได้ นอกจากนั้นวิธีการนี้ยังเป็นวิธีการที่ง่าย ประหยัดเวลาและสะดวกต่อผู้ใช้งาน ซึ่งสามารถทำให้บุคคลากรในหน่วยงานนั้น ๆ สามารถยอมรับได้เพราะง่ายกว่าระบบเก่า และยังแก้ปัญหาของภาษาบางภาษาที่มีตัวอักษรเป็นจำนวนมากได้ด้วย

หลักการทำงานของคอมพิวเตอร์ เพื่อให้คอมพิวเตอร์รู้ได้ว่าตัวอักษรที่อ่านเข้าไปเป็นตัวอักษรใดก็คือ ใช้อุปกรณ์อ่านข้อมูล (scanner) อ่านข้อมูลของตัวอักษรนั้นเข้าไป โดยข้อมูลที่อ่านเข้าไปนั้น จะถูกแปลงเป็นข้อมูลที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปใช้ในการวินิจฉัยได้ว่าตัวอักษรนั้นเป็นตัวอักษรใด ในการวินิจฉัยนั้น จะต้องทำการเปรียบเทียบลักษณะเด่นของตัวอักษรที่อ่านเข้ามา กับลักษณะเด่นของตัวอักษรทุกตัวซึ่งเก็บไว้ในหน่วยความจำสำรองของคอมพิวเตอร์แล้ว ซึ่งทำให้สามารถบอกได้ว่า ตัวอักษรที่อ่านเข้ามานั้น คือตัวอักษรอะไร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เสนอวิธีการจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยหลาย ๆ แบบโดยใช้ทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นเมธอด(Feature Concentration Method)ในการจัดเตรียมข้อมูลให้คอมพิวเตอร์สำหรับใช้ในการวินิจฉัย หลังจากนั้นจะเป็นการหาลักษณะเด่นของตัวอักษร ซึ่งได้ทำการทดลองหาโดย 2 วิธี คือการนับจำนวน คอนเซนเทรทเวิร์ด (Concentrated Word)ของตัวอักษรนั้น และการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง โดยทำการทดลองกับตัวอักษรตัวอย่างจำนวน 4 แบบ (font) เพื่อหาข้อสรุปที่เหมาะสม หลังจากนั้น ก็จะนำลักษณะเด่นของตัวอักษรตัวอย่างแต่ละแบบนั้น มาเก็บรวมกันลงในพจนานุกรม เพื่อเป็นต้นแบบในการจดจำหรือ วินิจฉัยตัวอักษรต่อไป และได้ทำการทดสอบ โดยการนำอักษรตัวอย่างนั้นเข้ามาทำการหาลักษณะเด่นแล้วนำมาเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นของตัวอักษรที่เก็บไว้ในพจนานุกรมนั้น เพื่อตรวจสอบความถูกต้องในการจดจำ

<u>เนื้อหาของวิทยานิพนธ์</u>

โครงงานนี้เป็นการเสนอวิธีการจดจำรูปแบบตัวอักษร ตัวพิมพ์ภาษาไทย โดยใช้ตัวอักษรตัวอย่าง 4 แบบ โดยใช้ทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นเมธอด มาใช้ช่วยในการจดจำ โดยสรุปเนื้อหาของวิทยานิพนธ์ได้ดังนี้

บทที่ 1 เป็นบทนำ กล่าวถึงเนื้อหาโดยรวมของวิทยานิพนธ์นี้

บทที่ 2 กล่าวถึงวัตถุประสงค์ ทฤษฎีในการจดจำรูปแบบ ซึ่งรวมทั้งหลักการในการจดจำรูปแบบตัวอักษร และการทำงานของอุปกรณ์นำข้อมูล

บทที่ 3 กล่าวถึงหลักการของทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นเมธอด ซึ่งมีหลักการใหญ่ ๆ อยู่เป็นลำดับขั้นมี 3 ขั้นตอนคือ

1 เป็นการสร้างรหัสของจุด แต่ละจุดของตัวอักษร ทั้งเนื้อตัวอักษร และพื้นตัวอักษร (Initial feature Extraction)

2 เป็นการปรับพื้นของตัวอักษรที่มีความสัมพันธ์ใกล้เคียงกัน ให้อยู่ในรูปแบบโครงสร้างเดียวกัน (Unification) โดยใช้กฎเกณฑ์ของ Unification rule

3 เป็นการรวมลักษณะโครงสร้างของตัวอักษรที่มีความสัมพันธ์กันตามลักษณะที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กำหนดไว้ (Concentration) ซึ่งจะทำให้มองเห็นลักษณะเด่นของตัวอักษรได้ สิ่งที่ได้มาจากการทำ Concentration ก็คือ คอนเซนเทรทเวิร์ด สำหรับแต่ละจุดของตัวอักษร

บทที่ 4 กล่าวถึงการทดลองสำหรับวิทยานิพนธ์นี้ ซึ่งรวมทั้งเทคนิคในการเก็บค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ที่ใช้ในการทดลองนี้ วิธีการหาจุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษร ซึ่งเป็นวิธีหนึ่งที่ใช้ช่วยในการจดจำรูปแบบตัวอักษร เทคนิคในการค้นหาลักษณะเด่นของตัวอักษรในพจนานุกรม และผลการทดลองที่ได้

บทที่ 5 ซึ่งเป็นบทสุดท้าย เป็นบทสรุปและวิเคราะห์ผลการทดลองที่ได้ รวมทั้งข้อเสนอแนะเพื่อเป็นแนวทางในการพัฒนาต่อไป

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

วัตถุประสงค์ ทฤษฎีในการจดจำรูปแบบและการทำงาน ของอุปกรณ์อ่านข้อมูล

2.1 วัตถุประสงค์

จุดมุ่งหมายของวิทยานิพนธ์นี้คือ ต้องการให้คอมพิวเตอร์สามารถจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทยได้หลาย ๆ แบบ โดยการหาลักษณะเด่นของตัวอักษรในแต่ละแบบมาเก็บไว้ในรูปของการเรียนรู้ ซึ่งสามารถที่จะนำมาประยุกต์ใช้งานได้จริง เพราะตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย ที่มีใช้กันอยู่นั้นมีหลายรูปแบบ จึงสามารถนำแนวทางในวิทยานิพนธ์นี้ไปใช้ได้

2.2 ทฤษฎีในการจดจำรูปแบบ (Pattern Recognition)

ประวัติความเป็นมาของการจดจำรูปแบบ เริ่มต้นขึ้นมาเมื่อประมาณ 20 ปีที่แล้ว และได้มีการนำมาใช้งานอย่างกว้างขวางในวงการต่าง ๆ เช่น ทางด้านธุรกิจ ทางด้านการแพทย์ ระบบอัตโนมัติ การทหาร เป็นต้น ได้มีการค้นคว้าเพื่อได้มา ซึ่งทฤษฎีต่าง ๆ และได้มีการทดลองเพื่อยืนยันตัวทฤษฎีนั้นมาตลอด โดยเห็นได้จากเอกสารต่าง ๆ ที่เกี่ยวข้องกับเรื่องของการจดจำรูปแบบตัวอักษร ซึ่งออกมาเป็นจำนวนมาก แต่เราสามารถสรุปแนวทางในการจดจำรูปแบบ ตัวอักษรออกมาได้เป็น 2 แนวทางใหญ่ ๆ คือ

1 การซ้อนทับกัน (Matching)

2 การวิเคราะห์โครงสร้าง (Structured Analysis)

หลักการโดยทั่ว ๆ ไปในเรื่องการซ้อนทับกันของตัวอักษรคือ มีรูปแบบมาตรฐานต่าง ๆ ซึ่งใช้เป็นต้นแบบเก็บไว้อยู่ก่อน แล้วนำรูปแบบใด ๆ มาเปรียบเทียบกับรูปแบบมาตรฐานนั้น โดยการซ้อนทับ ถ้าสามารถซ้อนทับได้พอดีหรือ ซ้อนทับไม่สนิท แต่มีค่าความผิดพลาดอยู่ในเกณฑ์ที่ยอมรับได้ เราก็จะสามารถบอกได้ทันทีว่ารูปแบบใด ๆ ที่นำมาทดสอบนั้น อยู่ในรูปแบบมาตรฐานอันใด ซึ่งทำให้เรารู้ว่ารูปแบบนั้นคือรูปอะไร วิธีการนี้เหมาะสำหรับการจดจำรูปแบบมาตรฐานที่มีจำนวนน้อยและมีลักษณะแตกต่างกันอย่างชัดเจน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ส่วนในการวิเคราะห์โครงสร้างของรูปแบบนั้น เป็นการวิเคราะห์รูปแบบนั้น ๆ ว่ามีลักษณะเป็นอย่างไร มีลักษณะเด่นเฉพาะตัวอย่างไร เพื่อนำลักษณะเด่นนั้นมาใช้ในการจดจำ ซึ่งก็จะต้องมีการเก็บลักษณะเด่นนั้น ๆ ไว้เพื่อใช้ในการจดจำภายหลังด้วย โดยปกติแล้ว รูปแบบที่นำมาวิเคราะห์นั้น หลายรูปแบบมีลักษณะที่ใกล้เคียงกัน หรือเกือบจะเหมือนกันทีเดียว ดังนั้นในการวิเคราะห์โครงสร้างจะมีการแบ่งกลุ่ม (Classification) ของรูปแบบเพื่อช่วยในการจดจำภายหลัง โดยจะทำการจัดกลุ่มของรูปแบบที่มีลักษณะคล้ายกันอย่างหยาบเสียก่อน (Rough Classification) หลังจากนั้น จึงจะมีการซอยออกเป็นกลุ่มย่อย จนกระทั่งแยกรูปแบบนั้น ออกมาจากกลุ่มได้ (Fine Classification) ซึ่งในวิทยานิพนธ์นี้ก็ได้ใช้วิธีการวิเคราะห์โครงสร้าง เพื่อใช้ในการจดจำเช่นกัน เนื่องจากวิธีการนี้เหมาะสมกับรูปแบบที่มีจำนวนมาก ๆ

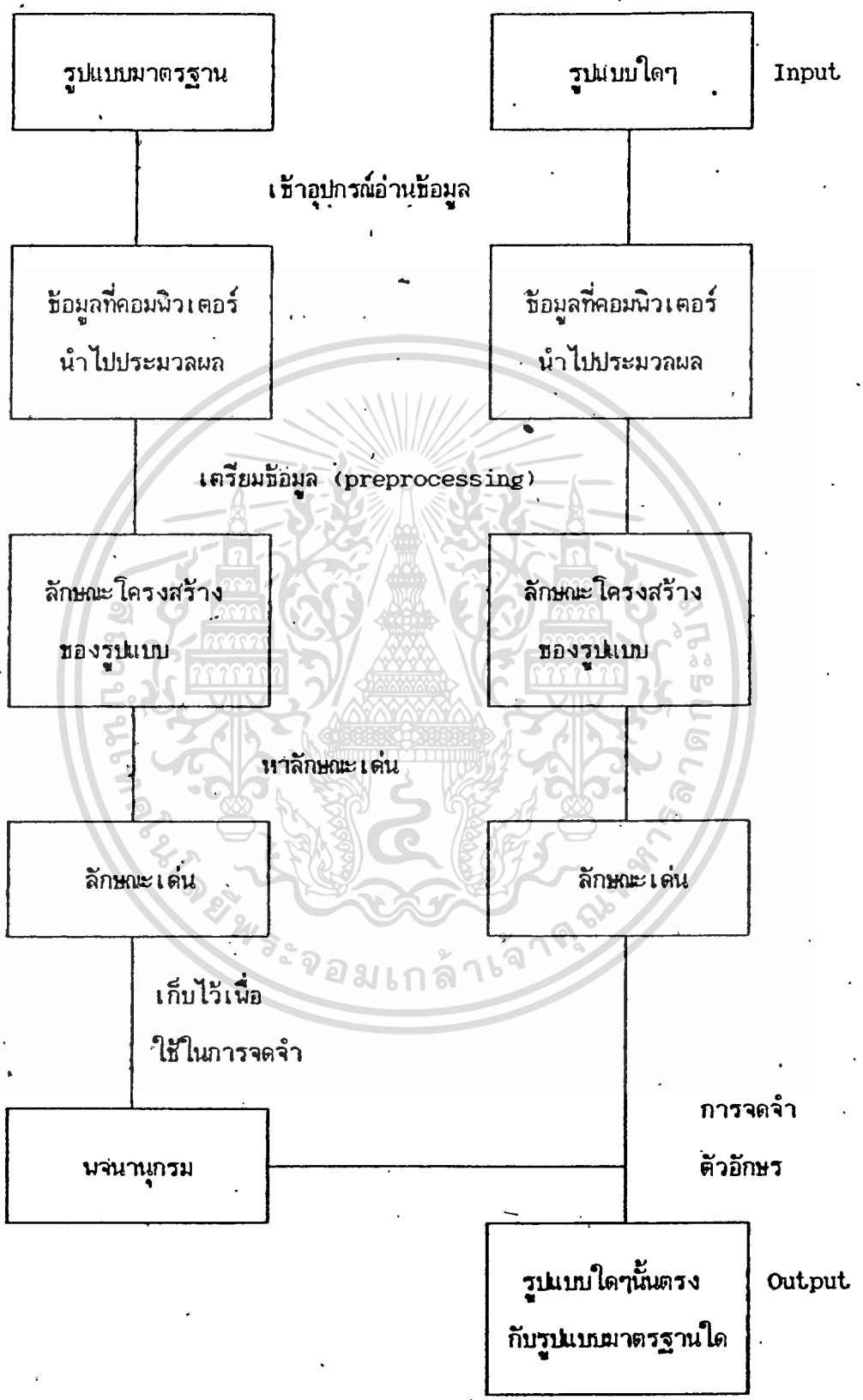
2.3 <u>หลักการของการจดจำรูปแบบ</u> (Concept of Pattern Recognition)

หลักการของการจดจำรูปแบบ โดยทั่วไป ขั้นตอนแรกจะเป็นการป้อนข้อมูลรูปแบบมาตรฐาน (ซึ่งอาจจะมีลักษณะเป็นข้อมูลรูปภาพ หรือข้อมูลตัวอักษร) เข้าไปเก็บไว้ในคอมพิวเตอร์โดยผ่านอุปกรณ์รับข้อมูล แล้วทำการแปลงข้อมูลที่อ่านเข้ามานั้น ให้อยู่ในรูปของข้อมูลที่คอมพิวเตอร์จะนำไปประมวลผลต่อไปได้ เรียกขั้นตอนนี้ว่าการเตรียมข้อมูล(preprocessing) และต้องทำการหาลักษณะเด่นของรูปแบบนั้น เพื่อนำไปเก็บไว้ในพจนานุกรมต่อไป หรือถ้าเป็นวิธีการซ้อนทับกันของรูปแบบก็อาจจะเก็บข้อมูล ซึ่งได้มาจากอุปกรณ์อ่านข้อมูลนั้นเลยก็ได้

ในส่วนของการนำพจนานุกรมที่ได้มาใช้ในการจดจำ ก็มีวิธีการเหมือนกับที่ได้กล่าวมาแล้ว คือ นำรูปแบบใด ๆ ที่ต้องการทดสอบเข้าอุปกรณ์อ่านข้อมูล จนกระทั่งได้ลักษณะเด่นของตัวอักษรนั้นมา แล้วจึงทำขบวนการจดจำโดยนำลักษณะเด่นที่ได้มา ไปเปรียบเทียบกับลักษณะเด่นของรูปแบบมาตรฐานทั้งหมดในพจนานุกรม ก็จะทราบว่า รูปแบบที่อ่านมานั้นคือรูปแบบใด นั่นก็คือตรงกับรูปแบบมาตรฐานใดนั่นเอง

วิธีการที่ได้กล่าวมาข้างต้นได้แสดงไว้ในรูปที่ 2.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 2.1 หลักการในการจดจำรูปแบบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซ่นเทรชั่นเมธอด

ทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซ่นเทรชั่นเมธอด นี้ เป็นทฤษฎีหนึ่งใน Feature Extraction method ที่ใช้ในการจดจำตัวอักษร ซึ่งมีการค้นคว้าทดลองกันมากโดยเฉพาะภาษาจีน เพราะมีตัวอักษรเป็นจำนวนมาก ทฤษฎีทาง Feature Extraction โดยส่วนใหญ่ที่ทำกันมาสามารถแบ่งออกได้เป็น 2 กลุ่มใหญ่ ๆ คือ ใช้การวิเคราะห์เนื้อตัวอักษรหรือสายเส้น และใช้การวิเคราะห์พื้นหลัง (background) ของตัวอักษร

ในการวิเคราะห์สายเส้น หรือเนื้อของตัวอักษรนั้น แม้ว่าจะสามารถมองได้ถึงรายละเอียดระดับย่อยของตัวอักษร แต่มีข้อด้อยคือ มีความไวต่อความเพี้ยนและสัญญาณรบกวน (noise) และยังต้องใช้เทคนิคในการเขียนโปรแกรมที่ยุ่งยากซับซ้อน เช่น Skeltonizing tracing เป็นต้น ส่วนการวิเคราะห์พื้นตัวอักษรสามารถดึงเอาลักษณะโดยรวมของตัวอักษรออกมาได้ จึงง่ายที่จะลดความเพี้ยนและสัญญาณรบกวน แต่ยากที่จะแยกแยะว่าตัวอักษรนั้นเป็นอักษรใด ดังนั้น ถ้าสามารถนำทั้งสองวิธีการมารวมกันได้ โดยดึงเอาข้อดีของแต่ละวิธีการมาใช้ ก็จะสามารถแยกแยะตัวอักษรได้ด้วยวิธีการที่ง่ายและรวดเร็ว

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ได้นำทฤษฎี ฟีเจอร์คอนเซ่นเทรชั่นเมธอด ซึ่งเป็นการวิเคราะห์ทั้งลายเส้นและพื้นของตัวอักษรมาใช้ด้วยกัน

3.1 หลักการพื้นฐานของทฤษฎี Feature Extraction Method

ทฤษฎี Feature Extraction Method จะประกอบด้วย 3 ขั้นตอนคือ

1 การหาลักษณะของแต่ละจุด (Initial Feature Extraction)

2 การปรับลักษณะของจุดให้เป็นค่าที่ถูกต้อง (Unification)

3 การรวบรวมลักษณะทางโครงสร้างของแต่ละจุด (Concentration)

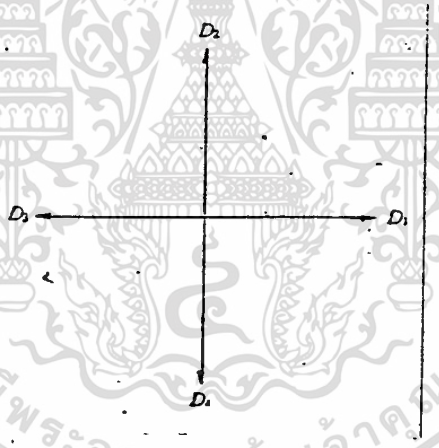
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขั้นแรกจะเป็นการเข้ารหัสของแต่ละจุดบนตัวอักษร โดยขึ้นกับคุณสมบัติทางโครงสร้างของแต่ละจุด ในการทำงานขั้นนี้ จุดที่ถูกเข้ารหัสนั้น จะรวมจุดที่ไม่เสถียรด้วย (unstable information bit)

ขั้นที่ 2 จะเป็นการปรับลักษณะของจุด เพื่อให้ได้ลักษณะที่แท้จริงของจุดนั้น โดยที่จุดที่ถูกปรับลักษณะจะมีรหัสเปลี่ยนไป ตามลักษณะที่ควรจะเป็น

ขั้นที่ 3 จะเป็นการรวมลักษณะที่ได้ในขั้นที่ 2 นำมาสร้าง concentrated feature ในแต่ละจุด

ทั้งสามขั้นตอนนี้ใช้วิธีการ raster scanning ซ้ำทีละแนวจนครบทั้งอักษร โดยได้กำหนดทิศทางสำหรับใช้ในการ สแกน ทิศทางอย่างง่าย ๆ ดังรูปที่ 3.1



รูปที่ 3.1 ทิศทางมาตรฐานที่ใช้ในการตรวจสอบตัวอักษร

ในหัวข้อย่อยต่อไปนี้ จะกล่าวถึงวิธีการในการทำงานของแต่ละขั้นตอน

3.1 .1 <u>การหาลักษณะของแต่ละจุด</u> (Initial Feature Extraction)

ขบวนการนี้เป็นการหาคุณสมบัติของแต่ละจุดว่ามีลักษณะอย่างไร โดยแบ่งแยกจุดออกเป็น 2 ประเภทคือ จุดบนเนื้อตัวอักษรหรือลายเส้น และจุดที่เป็นพื้นตัวอักษร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

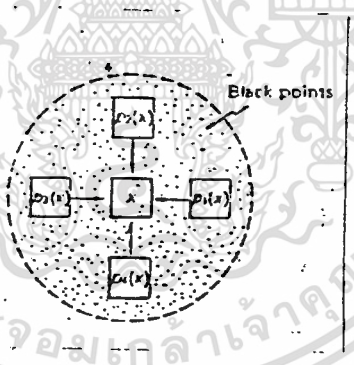
สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

จุดบนเนื้อตัวอักษร

ในขบวนการนี้จุดดำหรือจุดบนเนื้อตัวอักษร แต่ละจุดจะถูกตรวจดูว่ามีลักษณะอย่างไร โดยพิจารณาจากจุดดำข้างเคียงทั้ง 4 ทิศทางว่ามีแนวโน้มที่จะทำให้จุดนั้นมีลักษณะหนึ่งใน 4 แบบคือ

- จุดในแนวนอน
- จุดในแนวตั้ง
- จุดในแนวทแยง
- จุดภายในเนื้อตัวอักษร

วิธีการในการพิจารณาหาลักษณะของจุดดำนี้ รหัสที่ได้จะเรียกว่า P-code ซึ่งลักษณะในการพิจารณาจะเป็นดังรูปที่ 3.2



รูปที่ 3.2 ลักษณะในการพิจารณาหาค่า P-code

โดยที่ x เป็นจุดดำใด ๆ ที่เราพิจารณา

$p_1(x)$ - $p_4(x)$ เป็นจุดข้างเคียงที่เราพิจารณา

เมื่อเราหาค่าของแต่ละจุดตามรูปที่ 3.2 ได้แล้ว ก็จะมาพิจารณาว่าจุดนั้น จะมีรหัสที่มีลักษณะเป็นเช่นใด โดยใช้สูตรจากตารางที่ 3.1

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

023189

Condition	Code	Geometrical Meaning
$(1-P_3(x)\cdot P_4(x))\cdot P_1(x)\cdot P_2(x)=1$	P_H	Stroke is holizontal in the vicinity of point X.
$(1-P_1(x)\cdot P_2(x))\cdot P_3(x)\cdot P_4(x)=1$	P_V	Stroke is vertical in the vicinity of point X.
$(1-P_1(x)\cdot P_3(x))\cdot(1-P_2(x)\cdot P_4(x))=1$	P_S	Stroke is a slant in the vicinity of point X.
$P_1(x)\cdot P_2(x)\cdot P_3(x)\cdot P_4(x)=1$	P_I	Point X is in the stroke.

ตารางที่ 3.1 สูตรในการหารหัส P-code และรหัสของจุดนั้น

โดยที่ P_h เป็นรหัสของจุดที่พิจารณา ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวเป็นแนวนอน

P_v เป็นรหัสของจุดที่พิจารณา ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวเป็นแนวตั้ง

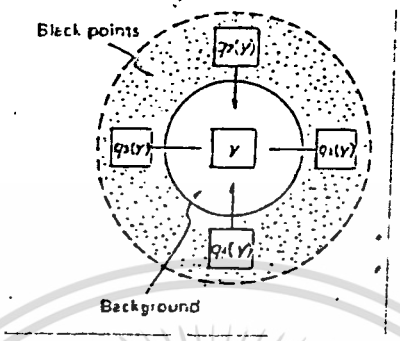
P_s เป็นรหัสของจุดที่พิจารณา ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวเป็นแนวทแยง

P_i เป็นรหัสของจุดที่พิจารณา ซึ่งมีลักษณะการเรียงตัวอยู่ในเนื้อตัวอักษร

<u>จุดบนพื้นตัวอักษร</u>

จุดบนพื้นตัวอักษรนั้น เมื่อทำการเข้ารหัสของจุดนั้นได้แล้ว ค่ารหัสนั้นจะเรียกว่า Q-code โดยมีหลักการพิจารณาคือ จะมองออกจากจุดนั้นไปหาเนื้อตัวอักษร ใน 4 ทิศทาง ซึ่งมีลักษณะการทำงานคล้ายคลึงกับการหาค่า P-code ทิศทางในการพิจารณาได้แสดงไว้ดังรูปที่ 3.3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.3 ลักษณะในการพิจารณาหาค่า Q-code

รหัสของจุดบนนั้นตัวอักษรที่ได้ จะเป็นรหัส Q_k โดยที่ k มีค่าเป็นเลขจำนวนเต็มในช่วง 0 - 15 และสูตรในการหาค่า k คือ

$$k(x) = \sum_{j=1}^{4} 2^{4-j} \cdot q_j(x)$$

โดยที่ j เป็นค่าของทิศทางที่ได้กล่าวมาแล้ว มีค่าตั้งแต่ 1-4

k(x) เป็นค่าหมายเลขรหัสของจุดนั้น

ซึ่งค่า $q_j(x)$ จะหาได้จากการพิจารณาไปในทั้ง 4 ทิศทางนั้น โดยตรวจสอบดูว่าทิศทางที่พิจารณาไปนั้น พบเนื้อตัวอักษรหรือไม่ ถ้าพบ $q_j(x)$ จะมีค่าเป็น 1 ถ้าไม่พบจะเป็น 0 ค่ารหัส Q-code ที่เป็นไปได้จะมีทั้งสิ้น 16 แบบ ดังแสดงไว้ในตารางที่ 3.2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Q-code	Pictorial Symbol	Q-code	Pictorial Symbol
Q_0	o	Q_8	o
Q_1	o	Q_9	
Q_2	o	Q_{10}	
Q_3		Q_{11}	
Q_4	o	Q_{12}	
Q_5		Q_{13}	
Q_6		Q_{14}	
Q_7		Q_{15}	

ตารางที่ 3.2 รหัสของ Q-code ที่เป็นไปได้ทั้งหมด

ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ เราใช้ตัวอักษรภาษาอังกฤษตั้งแต่ A - P แทนค่ารหัส Q_0 - Q_{15} ตามลำดับ เพื่อความสะดวกในการทดลอง

3.1.2 <u>การปรับลักษณะของจุดให้เป็นค่าที่ถูกต้อง</u> (Unification)

ในขบวนการ Initial Feature Extraction นั้น ไม่แน่เสมอไปว่ารหัสของแต่ละจุดที่ได้มานั้น เป็นค่าที่ถูกต้อง ยกตัวอย่าง เช่น ในรูปที่ 3.4

จากรูปจะเห็นว่า จุดที่พิจารณานั้นค่าที่ถูกต้องควรจะเป็น "O" หรือ Q_{14} แทนที่จะเป็นรหัส "P" หรือ Q_{15} เพราะลักษณะที่แท้จริงที่เป็นลักษณะโดยรวมของบริเวณนั้น ควรเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
JJJJJJshhhhhhhhhhsDDDDD
JJJJshiiiihhiiiiihsDDD
JJJsiiiihsPPshhiiivDDD
JJJviihsPPPPPPOshiisDD
JJsiisPPPPPPPPOOOsiisD
JsiisPPPPPPPPPOOOOvivD
JvivPPPPPPPPPPOOOOvivD
JvivPPPshhsPPPOOOOviis
siisPshihiisPPOOOOviiv
vivPsiisPshisPOOOOviiv
viihiivPPPPvvPOOOOviiv
siiiiivPPPPvisOOOOviiv
Mviiiiis PPsivOOOOOviiv
Mviiiiiihhiis OOOOOviiv
Msiiiiiiiiis OOOOOOviiv
MMviiiiiihs OOOOOOOviiv
MMsiiiiis OOOOOOOOOviiv
MMMviiiv OOOOOOOOOviiv
MMMsiiiv OOOOOOOOOviiv
MMMMviiv OOOOOOOOOviiv
MMMMviiv OOOOOOOOOviiv
MMMMviiv OOOOOOOOOviiv
MMMMviiv OOOOOOOOOviiv
MMMMviiv OOOOOOOOOviiv
MMMMsiiv OOOOOOOOOsiis
MMMMMshs OOOOOOOOOOssG
```

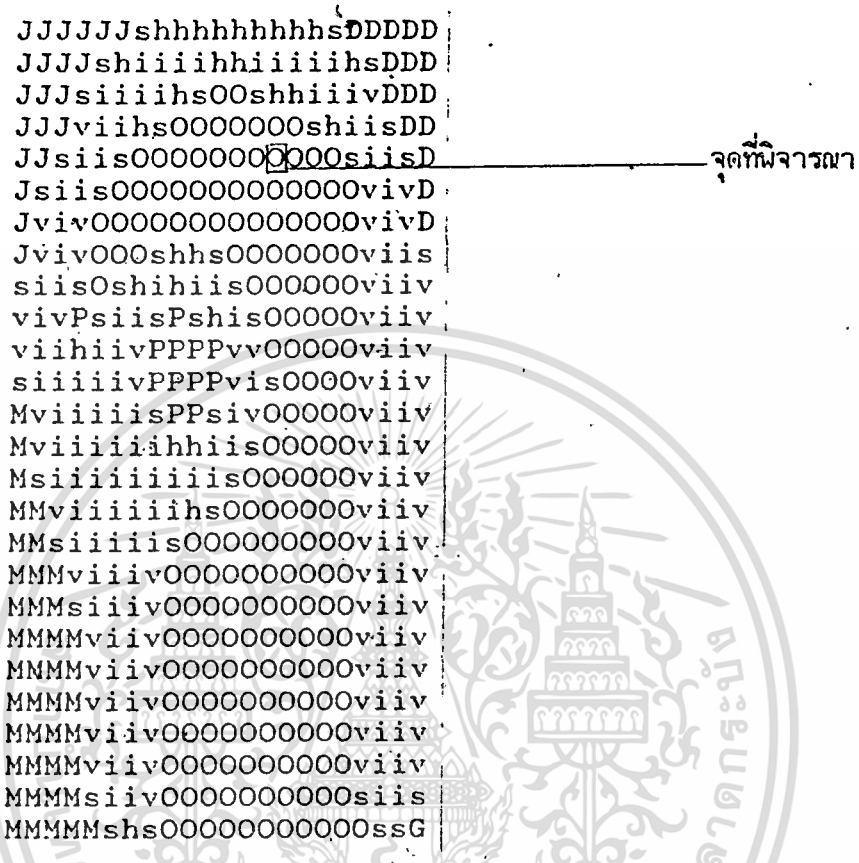
จุดที่พิจารณา

รูปที่ 3.4 ค่า P-code และ Q-code ของตัวอักษรก่อนทำการ Unification

ค่ารหัสที่มีด้านเปิดของเนื้อตัวอักษรอยู่ด้านล่าง ดังนั้น จึงต้องมีการแปลงรหัสของจุดนั้น ให้เป็นไปตามจุดข้างเคียงที่เป็นลักษณะที่แท้จริงของบริเวณนั้น ซึ่งหลังจากแปลงรหัสแล้ว ค่ารหัสที่ได้จากการแปลงรหัสจะมีค่าดังรูปที่ 3.5

ขบวนการนี้เรียกว่า Unification ซึ่งจะทำขบวนการนี้เฉพาะพื้นตัวอักษรเท่านั้น โดยไม่สนใจเนื้อตัวอักษร มีจุดมุ่งหมายเพื่อเป็นการแก้ไขความผิดพลาดของเนื้อตัวอักษรที่มีลักษณะไม่ราบเรียบหรือเว้าแหว่งเข้าไปในเนื้อตัวอักษร ซึ่งเป็นความผิดพลาดของเนื้อตัวอักษรโดยตรง เช่น ขอบของเนื้อตัวอักษรที่ได้จากการ สแกน มีลักษณะไม่ราบเรียบ เป็นต้น หรือในอีก

ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.5 ค่า P-code และ Q-code ของตัวอักษรหลังทำการ Unification

กรณีหนึ่งก็คือ เป็นลักษณะเฉพาะของตัวอักษรนั้น ขบวนการ Unification นี้ทำให้สามารถตัดขั้นตอนที่ยุ่งยากในการปรับเปลี่ยนเนื้อตัวอักษรออกไปได้

กฎเกณฑ์ในการทำขบวนการ Unification ได้แสดงไว้ในตารางที่ 3.3

หลักการในการทำงานมีอยู่ว่า ถ้าจุดที่พิจารณามีรหัสเป็นไปตามรหัสที่อยู่ในคอลัมน์ที่ 1 แล้ว ให้พิจารณาจุดข้างเคียงว่ามีรหัสเป็นไปตามรหัสที่อยู่ในคอลัมน์ที่ 2 หรือไม่ ถ้าเป็นไปตามในคอลัมน์ที่ 2 จะต้องเปลี่ยนรหัสของจุดที่พิจารณานั้น ให้เป็นไปตามรหัสที่อยู่ใน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Col. 1	Col. 2	Col. 3
	or	
	or	
	or	
	or	

ตาราง 3.3 กฎเกณฑ์ในการทำ Unification

คอลัมน์ที่ 3 โดยจะทำการพิจารณาทุกจุดที่เป็นพื้นตัวอักษร

3.1.3 <u>การรวบรวมลักษณะทางโครงสร้างของแต่ละจุด</u> (Concentration)

ขบวนการทำ Concentration นั้น เป็นการดึงข้อมูลข่าวสาร(information) ของแต่ละจุดมาให้ได้มากที่สุด เพื่อนำไปใช้ในการจดจำรูปแบบตัวอักษรต่อไป

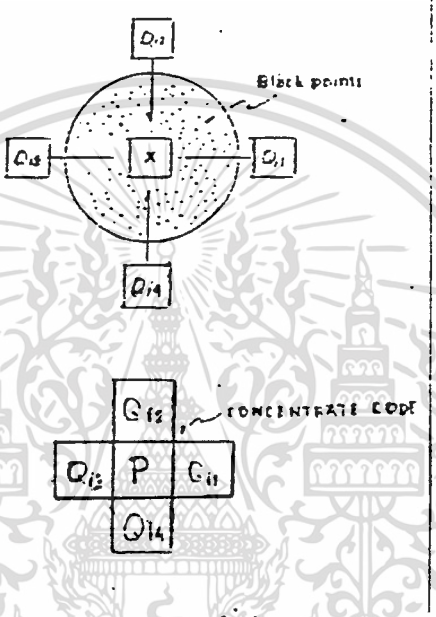
ในขบวนการนี้จะทำในลักษณะเดียวกับขบวนการ Initial Feature Extraction โดยแบ่งจุดออกเป็น 2 ประเภท ในการหาค่า Concentrated code ของแต่ละจุด คือ จุดบนพื้นตัวอักษร และจุดบนเนื้อตัวอักษร

<u>Concentrated code สำหรับจุดบนเนื้อตัวอักษร</u>

มีวิธีการคือ จากจุดบนเนื้อตัวอักษรใด ๆ ให้มองออกไปใน 4 ทิศทางที่ได้เคย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กล่าวมาแล้ว จนกระทั่งพบรหัสของพื้นตัวอักษรตัวแรกในแต่ละทิศทาง ถ้าไม่พบจะไม่พิจารณาค่าทางด้านนั้น ค่าจะเก็บไว้เป็นค่า Concentration code คือ ค่ารหัสของจุดที่พิจารณาบนเนื้อตัวอักษรกับจุดบนพื้นตัวอักษรที่พบทั้ง 4 ทิศทางนั้น ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 3.6

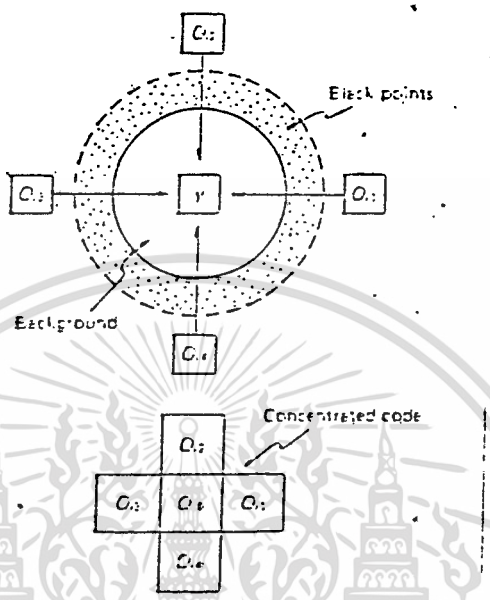


รูปที่ 3.6 Concentration ของจุดบนเนื้อตัวอักษร

Concentrated Code สำหรับจุดบนพื้นตัวอักษร

มีวิธีการเช่นเดียวกันกล่าวคือ จากจุดบนพื้นตัวอักษรใด ๆ ที่พิจารณาให้มองออกไปใน 4 ทิศทาง ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว ในแต่ละทิศทางจะต้องมองจนพบเนื้อตัวอักษร แล้วมองข้ามเนื้อตัวอักษรไปจนกระทั่งพบค่ารหัสบนพื้นตัวอักษรตัวแรกในแต่ละทิศทาง ถ้าไม่พบเนื้อตัวอักษรหรือพบเนื้อตัวอักษร แต่ไม่พบพื้นตัวอักษร จะไม่พิจารณาค่าในทิศทางนั้น ค่าที่เก็บไว้เป็นค่า Concentrated code คือค่าของจุดที่พิจารณาบนพื้นตัวอักษรกับจุดบนพื้นตัวอักษรที่พบใน 4 ทิศทางนั้น ซึ่งแสดงไว้ในรูปที่ 3.7

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 3.7 Concentration ของจุดบนพื้นตัวอักษร

ค่า Concentrated code ที่ได้ จะนำไปใช้ประโยชน์ในการจดจำรูปแบบตัวอักษรซึ่งจะได้กล่าวในบทต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

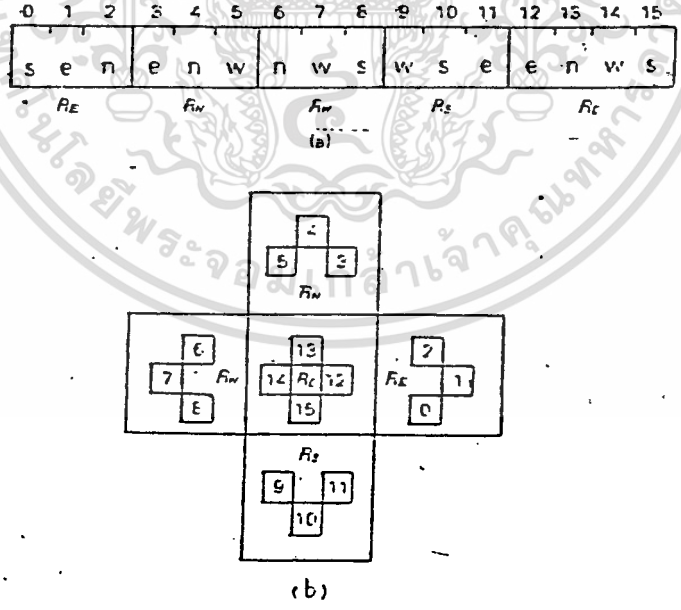
การทดลองและเทคนิคที่ใช้

4.1 เทคนิคที่ใช้ในการทดลอง

ก่อนที่จะกล่าวถึงการทดลองในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ จะกล่าวถึงเทคนิคบางประการที่นำมาใช้ในการทดลองดังนี้

4.1.1 เทคนิคในการเก็บค่า Concentrated code ในหน่วยความจำ

รูปที่ 4.1(a) จะแสดงถึงลักษณะของ Concentrated code bit structure ซึ่งได้มาจากรูปที่ 4.1(b)



รูปที่ 4.1 โครงสร้างในการเก็บค่า Concentrated code ลงหน่วยความจำ

• เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปที่ 4.1 (a) แต่ละบิทของหน่วยความจำขนาด 2 ไบท์นี้ จะเป็นค่า $P_k(x)$ หรือ $Q_k(x)$ โดยที่ k มีค่าเท่ากับ 1 ถึง 4 ซึ่งได้กล่าวไปในบทที่แล้ว จะเห็นว่าค่า R_c นั้น แทนค่ารหัส P บนเนื้อตัวอักษรในรูปที่ 3.6 หรือแทนค่ารหัส Q_10 บนเนื้อตัวอักษรในรูปที่ 3.7 R_e, R_n, R_w และ R_s แทนค่า Q_11, Q_12, Q_13 และ Q_14 ตามลำดับ ในทำนองเดียวกัน e,n,w และ s จะแทนค่าในทิศทาง D_1-D_4 ในรูปที่ 3.1 ตามลำดับ

จากการทดสอบการทำงานของกระบวนการคอนเซนเทรชั่นนั้น พบว่าบิท w ใน R_e, บิท s ใน R_n, บิท e ใน R_w และบิท n ใน R_s ไม่มีความจำเป็นที่จะต้องเก็บเนื่องจากจะเป็นการซ้ำซ้อน เพราะที่ R_c สามารถให้ข้อมูลข่าวสารทดแทนค่าบิทที่หายไปในแต่ละทิศทางได้ ด้วยเหตุผลที่ว่า การมองออกจากจุด R_c จะต้องมองผ่านเนื้อตัวอักษรเสียก่อน ซึ่งเป็นกฎเกณฑ์ของการทำงานของกระบวนการคอนเซนเทรชั่นนั่นเอง

4.1.2 <u>การหาจุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษร</u>

เทคนิคนี้เรานำมาใช้ช่วยในการจดจำตัวอักษร โดยที่เราจะใช้ค่ารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วงนั้น มาใช้เป็นลักษณะเด่นของตัวอักษร ซึ่งในโครงงานนี้ได้ใช้เทคนิคในการหาจุดศูนย์ถ่วงอย่างค่อนข้างซับซ้อนขึ้น ซึ่งจะได้กล่าวต่อไปในหัวข้อการทดลอง

สูตรที่ใช้ในการหาจุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษรมีดังต่อไปนี้

$$I_x = \frac{\sum_j \sum_i i\,F(i,j)}{\sum_j \sum_i F(i,j)}$$

$$I_y = \frac{\sum_i \sum_j j\,F(i,j)}{\sum_i \sum_j F(i,j)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ I_x เป็นค่าคอลัมน์ของตัวอักษรที่จุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษรนั้นตกอยู่

I_y เป็นค่าแถวของตัวอักษรที่จุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษรนั้นตกอยู่

i เป็นค่าหมายเลขของคอลัมน์แต่ละคอลัมน์

j เป็นค่าหมายเลขของแถวแต่ละแถว

F(i,j) เป็นค่าของจุดบนตัวอักษร โดยที่จะมีค่าเป็น 1 เมื่อจุดนั้นเป็นเนื้อตัวอักษร และเป็น 0 เมื่อเป็นพื้นตัวอักษร

4.1.3 <u>เทคนิคในการใช้ค่ารหัสคอนเซนเทรทในการแยกแยะตัวอักษร</u>

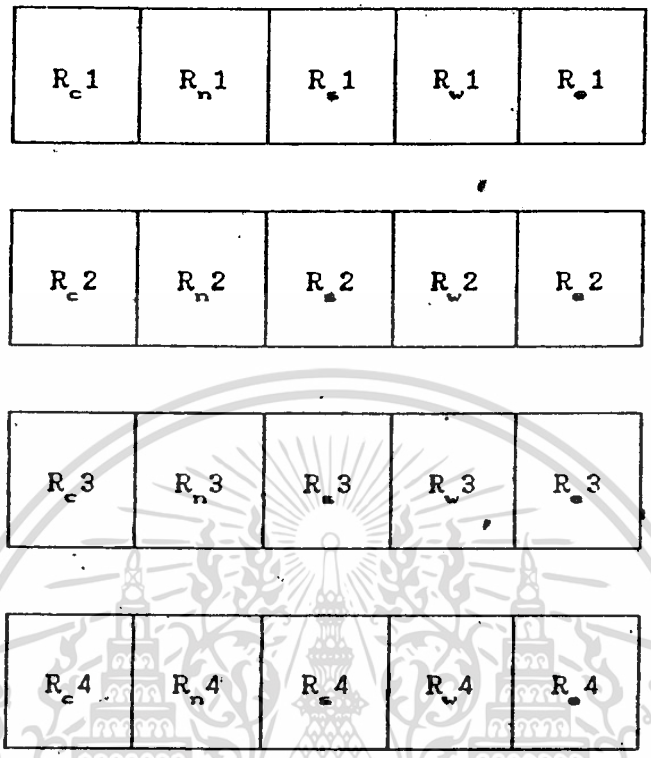
เทคนิคในการใช้ค่ารหัสคอนเซนเทรท สำหรับการแยกแยะตัวอักษร เพื่อใช้ในการจดจำนั้นมีได้หลายวิธี ในโครงงานนี้ได้ทดลองใช้วิธีการ 2 แบบ คือ การนับจำนวนรหัสคอนเซนเทรทกับการหารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วง ในหัวข้อนี้จะขอกล่าวถึงเทคนิคในการใช้รหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วง

ในการหารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วงนั้น ค่ารหัสคอนเซนเทรทที่ได้จะถือเป็นลักษณะเฉพาะของตัวอักษรนั้น แต่เนื่องจากตัวอักษรตัวเดียวกันนั้น ถ้ามีหลายรูปแบบ ลักษณะเฉพาะตัวที่ได้ อาจจะผิดแผกแตกต่างกันออกไป ซึ่งทำให้ได้รหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วงของอักษรนั้นออกมาหลายค่า ซึ่งทุกค่าจะถือเป็นลักษณะเฉพาะตัวของอักษรนั้น ถ้าเราสามารถนำรหัสคอนเซนเทรททุกค่านั้นมาใช้ร่วมกัน ในการจดจำรูปแบบตัวอักษร ก็จะเป็นการเพิ่มประสิทธิภาพในการจดจำรูปแบบตัวอักษรให้มากยิ่งขึ้นไปอีก

เทคนิคที่ใช้ในกรณีนี้จะขอยกตัวอย่าง เพื่อการอธิบายดังนี้

จากรูปที่ 4.2 จะเห็นว่ามีค่ารหัสคอนเซนเทรทสำหรับอักษรนั้นอยู่ 4 แบบ วิธีการใช้ก็คือ ในแต่ละคอลัมน์นั้น จะใช้วิธีการของลอจิก OR นั่นคือ ค่า R ใด ๆ จะมีค่าอยู่ได้ 4 แบบนี้เท่านั้น และระหว่างคอลัมน์นั้นจะใช้วิธีการของลอจิก AND นั่นคือ จะต้องมีค่า R_c, R_n, R_s, R_w และ R_e ทุกค่าอยู่ภายใน 4 แบบของแต่ละค่านั้น และจะไม่มีไม่ได้ หมายความว่าถ้าค่า R ตัวใดตัวหนึ่งหรือหลายตัวของรหัสคอนเซนเทรทที่นำมาตรวจสอบ มีค่า

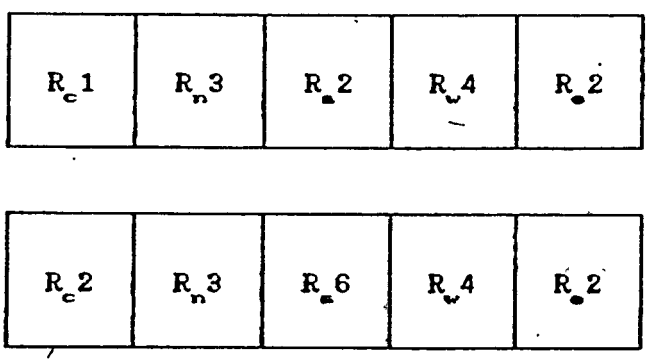
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.2 ตัวอย่างค่ารหัสคอนเซนเทรท ณ จุดศูนย์ถ่วงของอักษรตัวหนึ่ง ซึ่งมีหลายรูปแบบ

นอกเหนือจาก 4 แบบ ในแต่ละคอลัมน์นี้แล้ว จะไม่ถือว่าเป็นอักษรที่รหัสคอนเซนเทรทนั้น อ้างอิงถึง

สมมุติว่ามีค่ารหัสคอนเซนเทรทเข้ามาเพื่อการตรวจสอบว่าเป็นอักษรใดอยู่ 2 ค่า ดังรูปที่ 4.3



รูปที่ 4.3 ค่ารหัสคอนเซนเทรทที่นำเข้ามาเพื่อการตรวจสอบว่าเป็นตัวอักษรใด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากรูปจะเห็นว่าค่าที่ 1 นั้น สามารถบอกได้ทันทีว่าเป็นอักษรที่รหัสคอนเซนเทรทในรูปที่ 4.2 อ้างถึงอยู่ เนื่องจากค่า R แต่ละค่า เป็นหนึ่งในค่า R ในแต่ละคอลัมน์ของรหัสคอนเซนเทรทของอักษรนั้น และทุกค่า R อยู่ในค่า 4 แบบของ R นั้น ๆ แต่ค่าที่ 2 นั้น ที่ R_2 มีค่าเป็น R_26 ซึ่งไม่มีอยู่ในค่า 4 แบบของ R_2 นั้น ทำให้ R_2 เป็นค่าที่ไม่ถูกต้อง และเมื่อทำการใช้ลอจิก AND ในทุกคอลัมน์แล้ว ค่า R_2 เป็นค่าที่ผิด ทำให้ผลของลอจิก AND นั้นผิดไปด้วย นั่นคือค่าที่สองไม่ใช่ตัวอักษรที่รหัสคอนเซนเทรทในรูปที่ 4.2 อ้างถึงนั่นเอง

วิธีการนี้จะทำให้รูปแบบของรหัสคอนเซนเทรทที่เข้ามาเพื่อการตรวจสอบนั้น มีโอกาสที่จะถูกต้องได้ในหลายรูปแบบ เพราะเป็นการเลือกจากลักษณะเด่นของตัวอักษรที่เป็นไปได้ทั้งหมด ดังนั้นจึงทำให้การตรวจสอบมีโอกาสถูกต้องมากยิ่งขึ้น และทำให้สามารถตรวจสอบรูปแบบของตัวอักษรได้หลายรูปแบบด้วย

4.2 การทดลอง

ในการทดลองได้ใช้ตัวอักษรภาษาไทยจำนวน 76 ตัว ดังแสดงไว้ในรูปที่ 4.4 โดยได้ให้หมายเลขประจำตัวของอักษรแต่ละตัวไว้ด้วย

อักษรที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 4 แบบ คือ อักษรจากนิมน์ดีดไฟฟ้าโอลิมเปีย นิมน์ดีดธรรมดาโอลิมเปีย นิมน์ดีดไฟฟ้า IBM และอักษรจากการเรียงนิมน์ โดยที่ในการทดลองนั้นได้ใช้หลักการตามทฤษฎีและเทคนิคที่ได้กล่าวมาแล้ว หาค่ารหัสคอนเซนเทรทขนาด 2 ไบท์ ซึ่งต่อไปจะเรียกค่านี้ว่า คอนเซนเทรทเวิร์ด (Concentrated word) โดยมีการหาค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดของทุกจุดบนตัวอักษร แล้วใช้วิธีนับค่าคอนเซนเทรทเวิร์ด แต่ละค่ามาหาอัตราส่วนเป็นเปอร์เซ็นต์ และการหาค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดเฉพาะจุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษร ซึ่งหาทั้งหมดเป็นจำนวน 9 จุด (C_0 -C_8) โดยที่พื้นที่ในการหาจุดศูนย์ถ่วงแต่ละจุดได้กำหนดไว้ดังรูปที่ 4.5

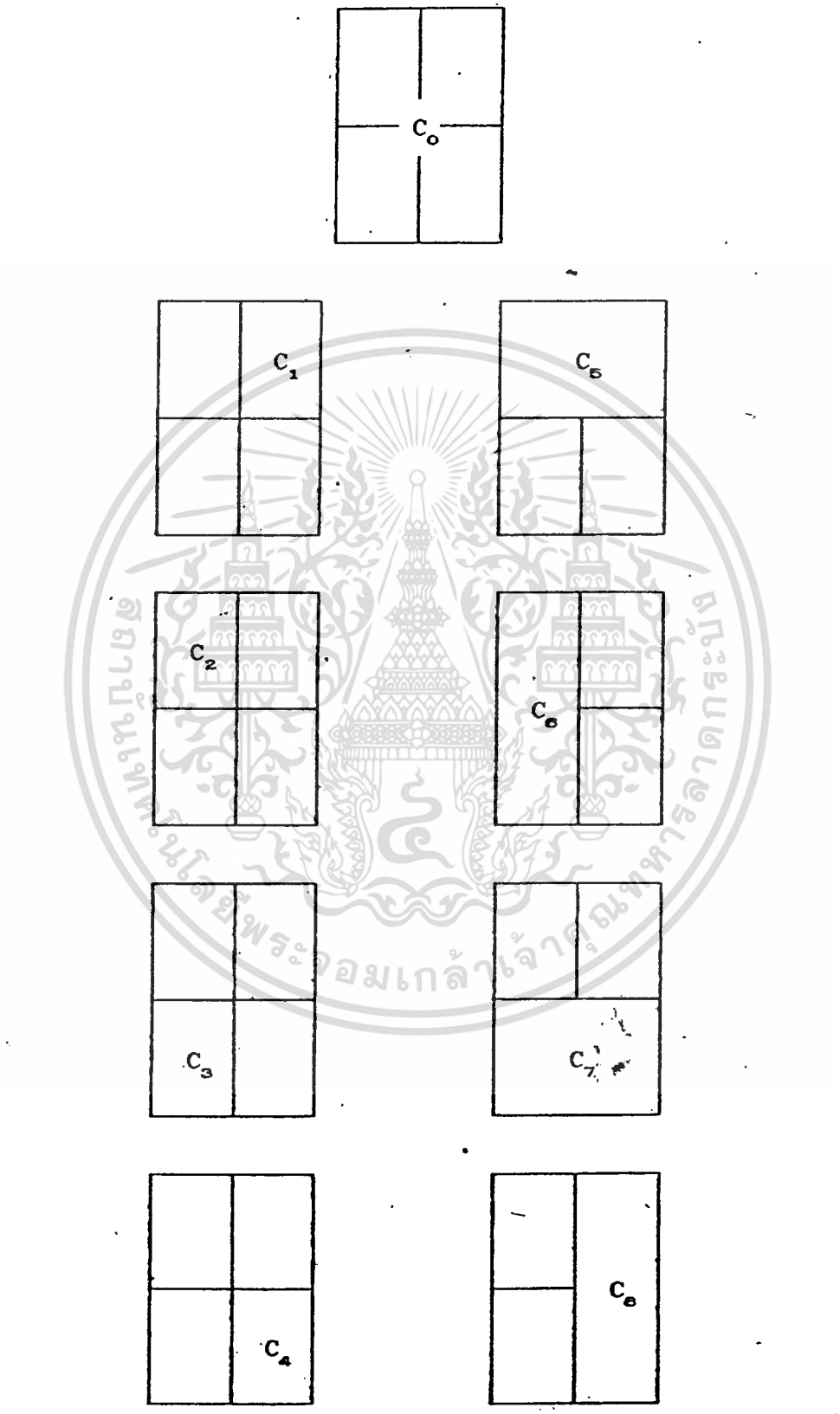
ก่อนที่จะทำการหาค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดนั้น ตัวอักษรแต่ละตัวที่ได้จากการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก	ข	ก	ฆ	ง	จ	ฉ	ช	ช	ฌ	ญ
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
ฏ	ฏ	ฐ	ฑ	ฒ	ณ	ก	ฑ	ถ	ท	ธ
12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22
น	บ	ป	ผ	ฝ	พ	ฟ	ภ	ม	ย	ร
23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33
ล	ว	ศ	ษ	ส	ห	ฬ	อ	ฮ		
34	35	36	37	38	39	40	41	42		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	0	
43	44	45	46	47	48	49	50	51	52	
◌	◌	◌								
53	54	55	56							
◌	◌	◌	◌	◌	◌	◌	◌	◌	◌	
57	58	59	60	61	62	63	64	65	66	
ะ	า	เ	ใ	ไ	ๆ					
67	68	69	70	71	72					
ๆ	ๆ	ฤ	ฦ							
73	74	75	76							

รูปที่ 4.4 ชุดอักษรภาษาไทยที่ใช้ในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ 4.5 พื้นที่ในการหาค่าคอนเซ่นเทรทเวิร์ดของจุดศูนย์ถ่วงแต่ละพื้นที่จำนวน 9 จุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จะต้องถูกตีกรอบให้ชิดเนื้อตัวอักษรทั้ง 4 ทิศทางคือ ซ้าย ขวา บน และล่าง นั่นหมายความว่า ค่ารหัส Q-code ที่มีโอกาสเกิดขึ้นได้ จะเหลือเพียง 12 ค่าเท่านั้น ค่าที่จะไม่ทางเกิดขึ้นคือ Q_1, Q_2, Q_4 และ Q_8 ซึ่งเป็นค่า Q-code ที่เกิดจากการพบเนื้อตัวอักษรเพียงด้านเดียว เราจะนำค่า Q_1, Q_2, Q_4 และ Q_8 นี้ มาใช้ประโยชน์ในการสร้างค่าคอนเซนเทรทเวิร์ด โดยที่เราจะให้ค่า Q_1, Q_2, Q_4 และ Q_8 นี้ แทนค่า P-code ทั้ง 4 ค่าคือ P_1, P_v, P_h และ P_s ตามลำดับ ซึ่งทำให้สามารถแก้ปัญหาที่จะต้องหาค่ารหัสมาแทนค่า P-code บนคอนเซนเทรทเวิร์ด เพราะค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดนั้น ตามทฤษฎีจุดบนเนื้อตัวอักษรจะมีค่า P-code อยู่ ณ ตำแหน่ง R_c ของคอนเซนเทรทเวิร์ดซึ่งมี 4 บิท ดังที่ได้กล่าวมาแล้วในหัวข้อ 4.1.1 ซึ่งค่า 4 บิทนี้สามารถแทนค่ารหัสได้เพียง 16 ค่าเท่านั้น ซึ่งพอดีกับจำนวนค่ารหัสของ Q-code ที่เป็นไปได้ ถ้ามีรหัสของ P-code เพิ่มขึ้นมาอีกก็จะทำให้เกิดปัญหา ดังนั้นผลของการตีกรอบตัวอักษรจึงให้ทำให้ปัญหานี้หมดสิ้นไป

ส่วนค่า R_n, R_e, R_w และ R_s นั้น ถ้าค่าใดไม่ถูกพิจารณา ค่านั้นเราจะให้เป็น 0 ซึ่งแสดงว่าด้านที่พิจารณานั้นไม่พบเนื้อตัวอักษรหรือพบเนื้อตัวอักษรแต่ไม่พบพื้นตัวอักษรเมื่อมองข้ามไป ค่านี้จะพบค่อนข้างบ่อยเนื่องจากการตีกรอบตัวอักษรนั่นเอง

สำหรับค่าคอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงทั้ง 9 จุดนั้น เราได้นำมาเก็บรวมกันไว้ในไฟล์ตามหมายเลขลำดับของตัวอักษรที่ได้กล่าวมาแล้ว โดยการเก็บนั้นในแต่ละตัวอักษรเราได้เก็บค่าคอนเซนเทรทเวิร์ดเรียงตามลำดับตั้งแต่ C_0 - C_8 (หมายเหตุ ในการทดลองนี้เก็บลงไฟล์ชื่อ DIC.CG) หลังจากนั้นก็จะทำการวิเคราะห์ไฟล์นี้ และทำการรวบรวมไฟล์นี้จากการสแกนหลาย ๆ ครั้ง จากหลายรูปแบบของตัวอักษรมาทำเป็นพจนานุกรม เพื่อใช้ในการจดจำรูปแบบตัวอักษร ซึ่งได้มีการทดสอบพจนานุกรมที่ได้มานี้เช่นกัน ต่อไปนี้จะได้กล่าวถึงวิธีการทดลองพร้อมกับผลลัพธ์ที่ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.1 วิธีการในการทดลอง

วิธีการที่ใช้ในโครงงานการจดจำอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย มีดังนี้คือ

4.2.1.1 การลองวิธีจดจำบนพื้นฐานของทฤษฎีฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่น โดยทำการเปรียบว่าเทคนิคใดจะมีความเหมาะสมในการนำไปใช้ จาก 2 วิธีต่อไปนี้คือ

4.2.1.1.1 การจดจำโดยใช้ค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ที่มีจำนวนน้อยที่สุดหรือมากที่สุด

4.2.1.1.2 การจดจำโดยใช้ค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง

4.2.1.2 การตรวจสอบรหัส คอนเซนเทรทเวิร์ด โดยใช้ค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษรรูปแบบเดียว (Single Font) ที่ได้ทำการพิมพ์และสแกนดังนี้

4.2.1.2.1 พิมพ์ 1 ครั้งสแกน 10 ครั้ง

4.2.1.2.2 พิมพ์ 10 ครั้งสแกน 1 ครั้ง

4.2.1.3 การตรวจสอบรหัส คอนเซนเทรทเวิร์ด โดยใช้ค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงของตัวอักษร 4 รูปแบบ(Multi Font) ที่ได้ทำการพิมพ์และสแกนแต่ละรูปแบบดังนี้

4.2.1.3.1 พิมพ์ 1 ครั้งสแกน 10 ครั้ง

4.2.1.3.2 พิมพ์ 10 ครั้งสแกน 1 ครั้ง

4.2.1.4 การจดจำ (Recognition) โดยใช้ค่า คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงทำได้ 2 แบบคือ

4.2.1.4.1 ตรวจสอบเฉพาะ R ใดๆในคอนเซนเทรทเวิร์ด จำนวน 9 ตัว ณ จุดศูนย์ถ่วง ($C_0 - C_9$) ตัวอย่างเช่น ตรวจดูเฉพาะ R_c ที่ $C_0 - C_9$

4.2.1.4.2 ตรวจสอบทั้ง คอนเซนเทรทเวิร์ด เพื่อการใช้ AND-OR Table

4.2.1.5 การหาค่าผิดพลาดของการสแกนซึ่งได้จากสูตร

ความผิดพลาดของการสแกน หาได้จาก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ES = (CD-CS) / CP

เมื่อ ES = ความผิดพลาดในการสแกน

CD = จำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่แตกต่างกัน

CS = จำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดพื้นฐาน

CP = จำนวนครั้งที่สแกนคูณจำนวน คอนเซนเทรทเวิร์ด พื้นฐาน

4.2.2 ผลการทดลอง

4.2.2.1 การลองวิธีการจดจำได้ผลจากการทดลองคือ

4.2.2.1.1 การทำงานการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงจะเร็วกว่าการนับ คอนเซนเทรทเวิร์ด เนื่องจากลดขั้นตอนการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ทุกๆ จุด (Pixal) ลงเหลือเพียงการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด 9 จุด ณ จุดศูนย์ถ่วง

4.2.2.1.2 โอกาสที่จะจดจำของการหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงมีความเป็นไปได้ เนื่องจากรหัสต่างกันเกือบทุกตัวอักษร

4.2.2.1.3 การหาคอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงเป็นวิธีที่ใช้ได้ดีเมื่อตัวอักษรมีลักษณะที่ไม่สมบูรณ์ เช่น มีลักษณะเลอะเลือน

4.2.2.2 การตรวจสอบ คอนเซนเทรทเวิร์ด ของชุดอักษรรูปแบบเดียวที่ได้เรียนรู้แล้วจากผลการทดลองจะเห็นว่ามี คอนเซนเทรทเวิร์ด ซ้ำกันเฉลี่ยไม่ถึง 10 เปอร์เซนต์ ที่สำคัญคือเป็น การซ้ำกันของคอนเซนเทรทเวิร์ด ในแต่ละจุดศูนย์ถ่วง(ตัวอย่างเช่น คอนเซนเทรทเวิร์ด ที่ C_0 ของ "ก" ซ้ำกับ "ถ" แต่ไม่ซ้ำกันที่ C_3)ทำให้ความน่าจะเป็นในการซ้ำกันหมดทั้ง 9 จุดมีน้อยมากเกือบเป็นศูนย์ และจากการสังเกตพบว่า คอนเซนเทรทเวิร์ด มีการซ้ำกันในอักษรแต่ละตัวเพิ่มขึ้น เมื่อเป็นการฝึกฝน 10 ครั้ง จากเดิมซึ่งเป็นการฝึกฝน 1 ครั้ง สแกน 10 ครั้ง

ผลการทดลองนี้ยืนยันว่าสามารถใช้วิธีหา คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วงในการจดจำตัวอักษรได้ แต่สำหรับการจดจำของ ชุดอักษรหลายรูปแบบ จะต้องทำการทดลองต่อไปในข้อ 4.2.1.3 เพราะจะมีโอกาสที่ คอนเซนเทรทเวิร์ด ซ้ำกันกับตัวอักษรอื่นเพิ่มขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Pattern No.	อักษร	Concentrate code (conw) (1,2)	จำนวน (%) 1	2	Concentrate code (conw) (1,2)	จำนวน (%) 1	2
1	ก	020E	27.8	27.6	700C	7.5	10.8
2	ข	028B,0283	12.7	11.7	DC0C,BC0C	6.5	8.0
3	ค	1E0E	10.3	10.4	0708,060E	6.3	9.2
12	ฎ	06C8	5.6	5.3	06C4,028D	5.4	4.3
13	ฏ	02D5,06C4	9.2	6.3	B07D,06C8	5.2	4.0
20	ถ	060E	6.5	12.3	700C	5.8	8.9
30	ภ	160E,828E	14.5	10.7	700C,707D	7.6	5.8
18	ด	0704,0708	6.9	6.5	1E0E	6.3	5.1
19	ต	3E0E,1E0E	6.6	6.9	700C,0704	5.2	6.9

ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวน Concentrate code ที่มากที่สุด 2 อันดับแรกของตัวอักษรบางตัว (จากตัวอักษรเรียงพิมพ์ สแกน 2 ครั้ง)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม	Concentrate word	อักษร
C_0	825B	น,ห
	0008	◌ั,◌ ◌
	840C	า,ใ
C_1	8758	ก,ถ,ล,า,76
	17F8	ข,ม,ฒ
	B7F8	ช,ซ
	83DB	ฌ,ญ
	0758	ภ,ฤ
	8588	ษ,4
	87F8	9,0
C_2	E018	ฉ,ฒ
	7018	ต,ถ,ใ,ฤ
	C218	ท,ห
	D038	บ,ป,พ
	C038	ม,ษ,ข
	90D8	ว,า
	10D8	◌ี,◌ ◌ี

ตารางที่ 4.2 แสดงค่า Concentrate word ณ จุดศูนย์ถ่วง 5 จุด โดยแสดงเฉพาะอักษรที่มีค่าซ้ำกันจากชุดอักษรนิมพ์คีดธรรมดาโอลิมเปีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กลุ่ม	Concentrate word	อักษร
C_3	7608	ท, ท, พ, ฟ, ห
	FE18	ฆ, O
	7218	ต, ถ, ฯ
	7208	ศ, ฺ
	1018	4, ๔
	0000	า, ใ
C_4	0708	ก, 76
	060E	ค, ต, ถ
	0608	ง, จ, า, เ, ฯ

ตารางที่ 4.3 แสดงค่า Concentrate word ณ จุดศูนย์ถ่วง 5 จุด โดยแสดงเฉพาะอักษรที่มีค่าซ้ำกันจากชุดอักษรนิมม์ดีดธรรมดาโอลิมเปีย(ต่อ)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	1	1.3
C_1	5	6.5
C_2	7	9.2
C_3	6	7.9
C_4	3	3.95
C_5	5	6.5
C_6	5	6.5
C_7	5	6.5
C_8	1	1.3

ตารางที่ 4.4 ตารางข้อ 4.2.2.1 ผลจากชุดตัวอักษรเครื่องพิมพ์ดีดโอลิมเปีย มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 76 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	59	7.8
C_1	67	8.8
C_2	73	9.6
C_3	69	9.1
C_4	68	9.0
C_5	63	8.3
C_6	83	10.1
C_7	69	9.1
C_8	73	9.6

ตารางที่ 4.5 ตารางข้อ 4.2.2.2 รูปแบบตัวอักษรเดียวพิมพ์ 10 ที สแกนครั้งละ 1 ที คอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้มีจำนวน 760 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	39	5.1
C_1	45	5.9
C_2	47	6.2
C_3	43	5.7
C_4	40	5.3
C_5	37	4.9
C_6	47	6.2
C_7	28	3.7
C_8	32	4.2

ตารางที่ 4.6 ตารางข้อ 4.2.2.2 รูปแบบตัวอักษรเดียวนิมน์ 1 ครั้ง สแกน 10 ครั้ง จำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 760 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	26	8.6
C_1	34	7.9
C_2	44	14.5
C_3	35	11.5
C_4	38	12.5
C_5	35	11.5
C_6	49	16.1
C_7	25	8.2
C_8	34	11.2

ตารางที่ 4.7 ตารางข้อ 4.2.2.3 ตัวอักษรหลายรูปแบบ นิมน์ 1 ที สแกน 1 ที 4 แบบ มีคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้จำนวน 304 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	114	4.4
C_1	139	5.4
C_2	187	7.2
C_3	147	5.7
C_4	125	4.8
C_5	124	4.8
C_6	186	7.2
C_7	120	4.6
C_8	113	4.4

ตารางที่ 4.8 ตารางข้อ 4.2.2.4 เป็นของมัลติฟอนท์ นิมน์ 1 ที สแกน 10 ที มีจำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 2,584 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จุดศูนย์ถ่วง	จำนวนรหัสคอนเซนเทรทเวิร์ดที่ซ้ำกัน	คิดเป็นเปอร์เซ็นต์
C_0	150	5.6
C_1	205	7.7
C_2	244	9.2
C_3	198	7.4
C_4	200	7.5
C_5	172	6.5
C_6	246	9.2
C_7	183	6.9
C_8	170	6.4

ตารางที่ 4.9 ตาราง ข้อ 4.2.2.3,4.2.2.4 มัลติฟอนต์ นิมน์ 10 ทีสแกนครั้งละ 1 ที จำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ดที่เป็นไปได้คือ 2,660 ตัว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.3 การตรวจสอบ คอนเซนเทรทเวิร์ด ของชุดอักษรหลายรูปแบบจำนวน 4 รูปแบบ จากผลการทดลองจะเห็นว่าค่าเฉลี่ยในการซ้ำกันของค่าคอนเซนเทรทเวิร์ด ของข้อ 4.2.2.3 (จากตารางที่ 4.7 และ 4.9) สูงกว่าข้อ 4.2.2.2 เนื่องจากเป็น Multi Font แต่ที่สำคัญคือรหัสได้มีการซ้ำกันในจุดศูนย์ถ่วงเดียวกันของตัวอักษรเดียวกันด้วย (ต่างกับการซ้ำกันของต่างตัวอักษร เช่น "ก" "ค" ซึ่งไม่สามารถทำรหัสที่ซ้ำกันลดเหลือเพียงรหัสเดียวได้) ทำให้อัตราส่วนการซ้ำกันของตัวอักษรเดียวกันสูงกว่าของต่างตัวอักษร จำนวนคอนเซนเทรทเวิร์ด ในตารางซึ่งเป็นค่าซ้ำกันเมื่อเปรียบเทียบกับตัวอักษรตัวอื่น จึงลดลง

4.2.2.4 การจดจำ ในกรณีแรกนั้นถ้าสังเกตจากผลการทดลองพบว่าได้ผลดี แต่วิธีนี้เป็นส่วนหนึ่งของวิธีที่ 2 จึงเน้นวิธีที่ 2 นอกจากนี้วิธีที่ 2 ยังดีกว่าเนื่องจากคอนเซนเทรทเวิร์ด สามารถเก็บ R ได้ถึง 5 จุด ทำให้สามารถจดจำตัวอักษรได้ดียิ่งขึ้น

การจดจำโดยสนใจ คอนเซนเทรทเวิร์ด ณ จุดศูนย์ถ่วง 9 จุด ทำโดยสร้าง AND-OR table ซึ่งสามารถ AND-OR ได้ทั้ง คอนเซนเทรทเวิร์ด และ R (การ AND-OR คอนเซนเทรทเวิร์ด มีหลักการเช่นเดียวกับการ AND-OR ค่า R ที่กล่าวในหัวข้อ 4.1.3)

จากผลการทดลองซึ่งได้ผลตามตารางที่ 4.8 และตารางที่ 4.9 คือตารางของหลายรูปแบบแบบพิมพ์ครั้งเดียว สแกน 10 ครั้งกับแบบพิมพ์ 10 ครั้งสแกนครั้งละ 1 ครั้งเราสามารถสรุปได้ดังนี้

4.2.2.4.1 สำหรับตัวอักษรที่ได้เรียนรู้แล้ว

4.2.2.4.1.1 จุด C_0 เป็นจุดที่ดีที่สุดในการจดจำ ซึ่งให้ค่าความถูกต้องเฉลี่ย 70 เปอร์เซนต์

4.2.2.4.1.2 การใช้ คอนเซนเทรทเวิร์ด หลายๆ จุดให้ผลการจดจำถูกต้องเฉลี่ยถึง 99 เปอร์เซนต์ (ในกรณีที่ใช้ คอนเซนเทรทเวิร์ด 9 จุดมา AND กัน)

4.2.2.4.1.3 การใช้ คอนเซนเทรทเวิร์ด หลายๆ จุดให้ผลการจดจำที่ดีขึ้นเรื่อยๆ ตั้งแต่ $C_1 - C_9$ (คอนเซนเทรทเวิร์ดที่ใช้จะมีจำนวนเพิ่ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ขึ้นเรื่อย ๆ คือ ใช้ C_0 จุดเดียว, เพิ่ม C_1 เข้าไป, เพิ่ม C_2 เข้าไป จนกระทั่งถึง C_9)

4.2.2.4.1.4 การใช้การ AND–OR บน R มีผลให้ table มีความยืดหยุ่นสูง ผลการจดจำเมื่อใช้ร่วมกับการ AND ของ คอนเซนเทรทเวิร์ด 9 จุด จะสูงถึง 97 เปอร์เซนต์ แต่ถ้าเป็นการ AND–OR ของ คอนเซนเทรทเวิร์ด น้อยจุดจะให้ผลการพบใน table ขึ้นอยู่กับลำดับของตัวอักษรในตาราง นั่นคือ ความถูกต้องแปรผันตามลำดับของตัวอักษร ดังนั้นเราอาจใช้ข้อมูลความถี่มาร่วมในการสร้าง table เพื่อเพิ่มความถูกต้องได้

4.2.2.4.1.5 ผลของการจดจำสามารถเรียงตามลำดับความถูกต้องได้ดังนี้

การสนใจจุดเดียว ใช้การ AND–OR ของ R < การสนใจจุดเดียว ไม่ใช้การ AND–OR ของ R <

การสนใจมากจุด โดยใช้การ AND–OR ของ R < การสนใจมากจุด ไม่ใช้การ AND–OR ของ R

4.2.2.4.1.6 ผลของการจดจำใช้เวลาดังนี้

การสนใจจุดเดียว ไม่ใช้การ AND–OR ของ R < การสนใจจุดเดียว ใช้การ AND–OR ของ R <

การสนใจมากจุด ไม่ใช้การ AND–OR ของ R < การสนใจมากจุด ใช้การ AND–OR ของ R

4.2.2.4.1.7 ความถูกต้องในการจดจำของฟอนต์แต่ละแบบเป็นดังนี้

- กรณีพิมพ์ครั้งเดียว

ฟอนท์ IBM < ฟอนต์พิมพ์ดีด Olympia <

ฟอนต์พิมพ์ดีด Olympia ไฟฟ้า < ฟอนต์ เรียงพิมพ์

- กรณีพิมพ์ 10 ครั้ง

ฟอนท์ IBM < ฟอนต์พิมพ์ดีด Olympia ไฟฟ้า <

ฟอนต์พิมพ์ดีด Olympia < ฟอนต์ เรียงพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2.2.4.2 สำหรับตัวอักษรที่ไม่ได้เรียนรู้มาก่อน (ใช้ข้อมูลเรียงพิมพ์เพียง 2 ไฟล์ทดสอบกับพจนานุกรม)

4.2.2.4.2.1 จุด C_5 และ C_0 เป็นจุดที่ดีที่สุด 2 จุด ในการจดจำซึ่งให้ความถูกต้อง 48 %

4.2.2.4.2.2 ผลของการจดจำเรียงตามลำดับความถูกต้องได้ดังนี้

การสนใจจุดเดียว < การสนใจมากจุด <
ใช้การ AND-OR ของ R ไม่ใช้การ AND-OR ของ R

การสนใจจุดเดียว < การสนใจมากจุด
ไม่ใช้การ AND-OR ของ R ใช้การ AND-OR ของ R

4.2.2.4.2.3 การใช้ คอนเซนเทรทเวิร์ค 9 จุด และมีการ AND-OR ของ R ร่วมด้วย จะให้ผลการจดจำได้ถูกต้องถึง 65 % และเป็นวิธีการที่ดีที่สุดในเรื่องความถูกต้อง

4.2.2.4.2.4 ผลอย่างอื่นคล้ายข้อ 4.1 แต่ในกรณีที่ใช้การ AND กันของ C (คอนเซนเทรทเวิร์ค 9 จุด) จะให้ผลความถูกต้องลดลงตั้งแต่ 1 ถึง 9 เนื่องจากจะถูก Reject (หาไม่ได้)

4.2.2.5 ความผิดพลาดของการ สแกน สามารถหาได้เมื่อใช้ชุดตัวอักษร 1 ชุด (พิมพ์ 1 ครั้ง) ผ่านการ สแกน หลายๆครั้ง(10 ครั้ง) ซึ่งความผิดพลาดจากการสแกนนี้เกิดมาจากความคิดที่ว่า ถ้าไม่มีความผิดพลาด(error = ES = 0)จะได้จำนวน คอนเซนเทรทเวิร์ดทั้งหมดจากการเปรียบเทียบค่าทุกครั้งที่สแกน(CD = จำนวนครั้งการสแกน)ในพจนานุกรมของแต่ละตัวอักษรในแต่ละจุดศูนย์ถ่วง = 1 = จำนวน คอนเซนเทรทเวิร์ดพื้นฐาน

จะเห็นว่าเมื่อ CD = CP จะได้ ES เข้าสู่ 100 %

นอกจากนี้ยังได้มีการทดสอบความผิดพลาดในการพิมพ์ด้วย โดยที่ได้ใช้สูตรในการหาค่าความผิดพลาดเช่นเดียวกับการหาค่าความผิดพลาดในการสแกน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แหล่งที่มาตัวอักษร	ความผิดพลาดของการสแกน(%)	ความผิดพลาดของการพิมพ์(%)
พิมพ์ดีดธรรมดา โอลิมเปีย	26	52 *1
พิมพ์ดีดไฟฟ้า โอลิมเปีย	27	31 *1
พิมพ์ดีดไฟฟ้า IBM	25	39
การเรียงพิมพ์	34	34 *2
ผลรวม	27	39

ตารางที่ 4.10 ผลการทดลองที่ได้จากข้อ 4.2.2.5

หมายเหตุ *1 เป็นเครื่องพิมพ์ดีดของภาควิชาคอมพิวเตอร์ สจล.

*2 การเรียงพิมพ์ ใช้การเรียงพิมพ์ 1 ครั้ง สแกน 4 ครั้ง นอกนั้นสแกน 10 ครั้ง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

และจากการสังเกตพบว่า ข้อมูลที่สแกนจากการเรียงพิมพ์ มีลักษณะตัวอักษรแตกต่างกันมากในการสแกน 4 ครั้งจากตัวอักษรตัวเดียวกัน และข้อมูลจากเครื่องพิมพ์ดีดธรรมดาโอลิมเปียมีลักษณะเลอะเลือน ไม่เป็นเส้นคมชัดพอที่จะยืนยันได้ว่าเป็นอักษรใด

นอกจากนี้เมื่อเราจัดการนำเอาจำนวนไบต์ที่เรานำมาใช้ในการหาค่าความผิดพลาดในการพิมพ์ มาหาค่าความผิดพลาดในการพิมพ์ จะได้ค่าความผิดพลาดในการพิมพ์ซึ่งถือเป็นค่าที่ได้ Nomalize แล้วของพิมพ์ดีดโอลิมเปียธรรมดา, พิมพ์ดีดไฟฟ้าโอลิมเปีย, พิมพ์ดีดไฟฟ้า IBM และอักษรเรียงพิมพ์เป็น 5.2 , 3.1, 3.5 และ 8.5 ตามลำดับในตารางข้างบน และเมื่อนำไปเปรียบเทียบกับข้อ 4.2.2.4.1.7 ซึ่งเป็นผลของการพิมพ์หลายครั้ง(ถือว่าเป็นมาตรฐานที่ถูกต้องที่สุดสำหรับใช้เปรียบเทียบ เนื่องจากใช้จำนวนครั้งในการพิมพ์สำหรับการตรวจสอบมากที่สุด) เราจะเห็นว่าผลของการจดจำแต่ละรูปแบบมีลักษณะคล้ายคลึงกับมาตรฐานของการผิดพลาดของการพิมพ์ที่ได้มา(ถึงแม้ว่าค่ามาตรฐาน ของพิมพ์ดีดไฟฟ้าโอลิมเปียกับพิมพ์ดีดไฟฟ้า IBM จะสลับที่กัน) ซึ่งอธิบายได้ว่ารูปแบบตัวอักษรเหล่านั้นมีคอนเซนเทรทเวิร์ตที่แตกต่างกันออกไปจนเป็นลักษณะเฉพาะ ทำให้จดจำได้ถูกต้องมากขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปวิจารณ์ และข้อเสนอแนะ

5.1 สรุปวิจารณ์

ข้อสรุปที่ได้จากโครงงานนี้คือ วิธีการจดจำรูปแบบตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย โดยใช้ทฤษฎีฟีเจอร์คอนเซนเทรชั่นนั้น สามารถแยกแยะตัวอักษรได้ดีเพียงพอที่จะนำไปใช้งานได้จริง แต่จะพบปัญหาที่ว่า อักษรแต่ละตัวที่ได้จากการสแกนนั้น มีความผิดพลาดเกิดขึ้น ยกตัวอย่างเช่น เส้นหรือเนื้อของตัวอักษรขาด ขอบของเนื้อตัวอักษรไม่เรียบ จึงทำให้การจดจำตัวอักษรโดยใช้วิธีนี้มีปัญหาอยู่บ้าง แต่สามารถแก้ไขได้โดยพยายามเพิ่มลักษณะเด่นที่นำมาเก็บไว้ในพจนานุกรมให้รวมลักษณะเด่นของตัวอักษรที่เกิดความผิดพลาดเข้าไปด้วย ซึ่งยังไม่ใช่วิธีการที่ถูกต้อง ถ้าสามารถหาวิธีการที่จะปรับปรุงตัวอักษรที่มีความผิดพลาดนั้นให้มีความสมบูรณ์เพียงพอที่จะนำไปใช้ในการจดจำได้ จะทำให้การนำไปใช้งานจริงของโครงงานนี้มีความสามารถเพิ่มสูงขึ้น

สำหรับตัวอุปกรณ์อ่านข้อมูลนั้น มักจะเกิดปัญหาคือ เกิดความคลาดเคลื่อนในการสแกนอักษรตัวเดิมนั้นอยู่เสมอ (โดยการทดสอบจากการพิมพ์ตัวอักษร 1 ครั้งสแกน 10 ครั้ง) เนื่องจากขนาดของตัวอักษรที่ใช้ในการสแกนนั้นมีขนาดเล็ก ทำให้อุปกรณ์อ่านข้อมูลไม่สามารถทำการสแกนได้อย่างเที่ยงตรง อาจแก้ปัญหาได้ด้วยการเพิ่มค่า Resolution ในการสแกนให้มีความละเอียดมากยิ่งขึ้น แต่ก็จะเกิดปัญหาในการจัดการกับหน่วยความจำที่ต้องใช้เพิ่มขึ้น และเวลาในการทำงานก็เพิ่มขึ้นด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5.2 ข้อเสนอแนะ

1) เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพของการจดจำรูปแบบตัวอักษรในสถานการณ์ที่เป็นจริง ควรเพิ่มโปรแกรมในการแยกตัวอักษรออกจากประโยค เพราะโดยทั่วไปการใช้งานจริงนั้น ตัวอักษรที่เข้ามาจะเรียงต่อกันเป็นประโยค หลักการในการแยกตัวอักษรออกจากประโยคนั้น สามารถหาอ่านได้จากวิทยานิพนธ์ที่เกี่ยวกับการจดจำรูปแบบตัวอักษร หรือบทความทางด้านการจดจำรูปแบบ

2) ในการทำพจนานุกรม ถ้าสามารถจัดลำดับการเรียงกันของตัวอักษรในพจนานุกรมเสียใหม่ โดยนำเอาการวิจัยเกี่ยวความถี่ของตัวอักษรแต่ละตัวที่ใช้ในสถานการณ์จริงมาช่วยในการออกแบบพจนานุกรม จะทำให้ประสิทธิภาพในการจดจำรูปแบบตัวอักษรดียิ่งขึ้นไปอีก

3) โปรแกรมที่ใช้ทฤษฎี Feature Concentration ต้องการหน่วยความจำค่อนข้างมาก จึงควรมีการขยายหน่วยความจำเพื่อให้พอเพียงสำหรับโปรแกรมนั้น โดยเฉพาะอย่างยิ่ง ถ้าอักษรที่นำมาตรวจสอบมีขนาดใหญ่ และถ้าเพิ่มโปรแกรมในการเพิ่มตัวอักษรออกจากประโยค จะทำให้ต้องเพิ่มเนื้อที่ในหน่วยความจำมากยิ่งขึ้นไปอีก

4) อุปกรณ์อ่านข้อมูลที่ใช้ในโครงงานนี้ยังมีความเที่ยงตรงไม่พอที่จะใช้ในการจดจำรูปแบบตัวอักษร ถ้าสามารถหาอุปกรณ์อ่านข้อมูลที่มีประสิทธิภาพดีและเที่ยงตรงมากกว่านี้ได้ จะทำให้ผลการทดลองมีความถูกต้องมากยิ่งขึ้น

5) เครื่องคอมพิวเตอร์ที่ใช้ควรมีความเร็วในการทำงานสูง เนื่องจากว่าโปรแกรมที่ใช้ทฤษฎีทาง Feature Concentration นั้น ใช้เวลาในการทำงานมาก เพราะเป็นการทำกับจุดทีละจุดบนตัวอักษรนั้น

6) ถ้าสามารถปรับปรุงโปรแกรมนี้ ให้มีการทำงานแบบ ON LINE ก็สามารถที่จะนำไปใช้ในสถานการณ์จริงได้ทันที เพราะโดยตัวโปรแกรมของมันเองก็มีความถูกต้องในการจดจำสูงอยู่แล้ว โดยเฉพาะอย่างยิ่งกับตัวอักษรตัวพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ก

รายละเอียดของอุปกรณ์อ่านข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Specifications

ScanJet Specifications

Optical resolution:	2550 dots (yielding 300 dpi)
Document size:	Max: 8.5 X 11.7 in. 216 X 297 mm
Scanning speed:	20.4 sec. at 300 dots per inch (dpi)
Output resolution:	38-600 dpi, selectable in one dpi increments (software dependent)
Power supply:	AC 90-125.6 or 220-240 V
Power consumption:	Maximum 120 W
Operating temperature:	41 to 95°F 5 to 35°C
Operating humidity:	5 to 95% relative humidity
Size:	14.5 X 22.4 X 3.3 in.* 368 X 570 X 83 mm
Drop-out color:	Yellow
Weight:	22.8 lbs. 10.4 kg
Inclination:	Proper operation occurs when tilted less than 2 degrees from horizonal reference.

* Depth includes top of the spring lock. Height is measured to copyboard glass.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ScanJet Features

Scanner type:	Flatbed
Scanning element:	Charge-coupled device image sensor
Light source:	Halogen lamp (50 V, 42.5W)
Interface:	Bidirectional Centronics
Density adjustment:	Auto background control, manual
Mode selection:	Binary, dithered, grayscale
Grayscale:	16 level (4 bit) per picture element
Scaling:	7-1578% The available scaling range is dependent on the selected resolution. For example, a 300 dpi dithered image can be scaled from 13 to 200%
Other functions:	Scan area selection (window) negative/positive reversal

Optional ADF Specifications

Maximum paper size:	8.5 X 14 in. 216 X 356 mm
Minimum paper size:	5.5 X 5.5 in. (without paper skew) 140 X 140 mm
Maximum paper weight:	29 lbs 110 g/m^2
Minimum paper weight:	16 lbs 60 g/m^2
Paper tray capacity:	.08 in. 2 mm (approx. 20 sheets)
Size:	14.5 X 19.8 X 2.9 in. 368 X 504 X 73 mm
Weight:	9.25 lbs 4.3 kg
Operating Temperature:	41 to 95°F 5 to 35°C
Operating Humidity:	5 to 95% relative humidity

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Power Considerations

Use ScanJet within the following power range:

HP 9190A:	90 – 126.5 V (115 VAC)
HP 9190AB:	198 – 264 V (220/240 VAC)

Supply frequency: 50 – 60 Hz

CAUTION Make sure to use a power cord (including extension cord) less than 16.5 feet (5 meters). Using a longer cord may result in reduced voltage and malfunction.

Install a voltage regulator or a similar device if the power source is not stable.

Environmental Considerations

Use ScanJet within the following temperature and humidity ranges:

Ambient temperature: 41 – 95°F (5 – 35°C)
Ambient humidity: 5 – 95% RH

Avoid direct sunlight, and place ScanJet in a cool location.

Do not install ScanJet near devices containing or generating magnetic fields.

Place ScanJet on a flat, even surface.

Do not install ScanJet in a dusty place or where ammonia gas is present.

If you are moving ScanJet from a warm area to a cool area or vice-versa, allow it to adjust to its new environment before using it. If you use ScanJet immediately after moving it, condensation may occur inside the unit and reduce performance. Normal performance resumes when condensation evaporates.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ข

ตัวอย่างของชุดอักษรที่ใช้ในโครงงานนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข ค ฆ ง จ ฉ ช ฌ ญ

ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ

น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร

ล ว ศ ษ ส ห ฬ อ ฮ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ะ า เ ใ ไ โ

ๆ ๅ ฤ ฦ

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ชุดตัวอักษรนิมน์ดีดธรรมดาโอลิมเปีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ก ข ค ฆ ง จ ฉ ช ฌ ญ

ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ

น บ ป ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร

ล ว ศ ษ ส ห อ ฮ

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

ะ า เ ไ โ

ๆ ฯ ฤ ฦ

ำ ั ็

ชุดตัวอักษรนิมน์ดีด ไฟฟ้าวุโอลิมเปีย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ชุดตัวอักษรนิมน์ดีดไฟฟ้า IBM

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

พยัญชนะ

ก ข ค ฆ ง จ ฉ ช ซ ฌ ญ

ฏ ฏ ฐ ฑ ฒ ณ ด ต ถ ท ธ

น บ ผ ฝ พ ฟ ภ ม ย ร ฤ

ล ว ศ ษ ส ห ฬ อ ฮ ฦ

สระ

ั ะ ั า ำ ิ ี ึ ื ุ ู

เ แ โ ใ ไ ็ ๋ ๊ ๋

วรรณยุกต์

่ ้ ๊ ๋ ๎ ๏

เลข

1 2 3 4 5 6 7 8 9 0

เครื่องหมายพิเศษ

ฯ ๆ , ; ” — / () ?

เลขไทย

๑ ๒ ๓ ๔ ๕ ๖ ๗ ๘ ๙ ๐

ชุดตัวอักษรเรียงพิมพ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ภาคผนวก ค

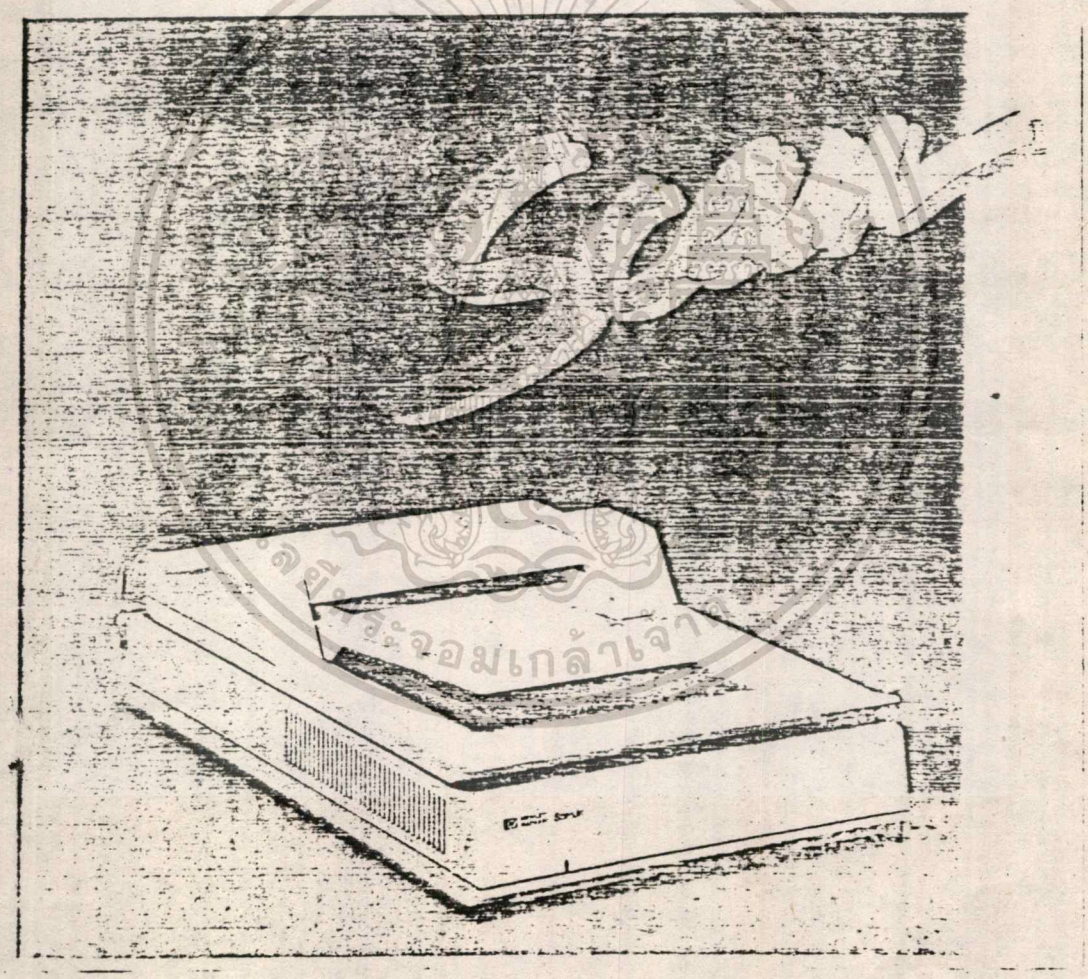
การทำงานของอุปกรณ์อ่านข้อมูล

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การทำงานของอุปกรณ์อ่านข้อมูล

อุปกรณ์อ่านข้อมูลที่ใช้ในโครงงานนี้ก็คือ เครื่อง scanner ของบริษัท Hewlett-Packard ที่มีชื่อว่า ScanJet รายละเอียดของเครื่องจะกล่าวไว้ในภาคผนวก ในที่นี้จะนำเสนอเพียงวิธีใช้งานในโครงงานนี้ เฉพาะการแปลงรูปแบบที่อ่านมาให้อยู่ในรูปที่คอมพิวเตอร์สามารถนำไปประมวลผลได้อย่างคร่าว ๆ เท่านั้น

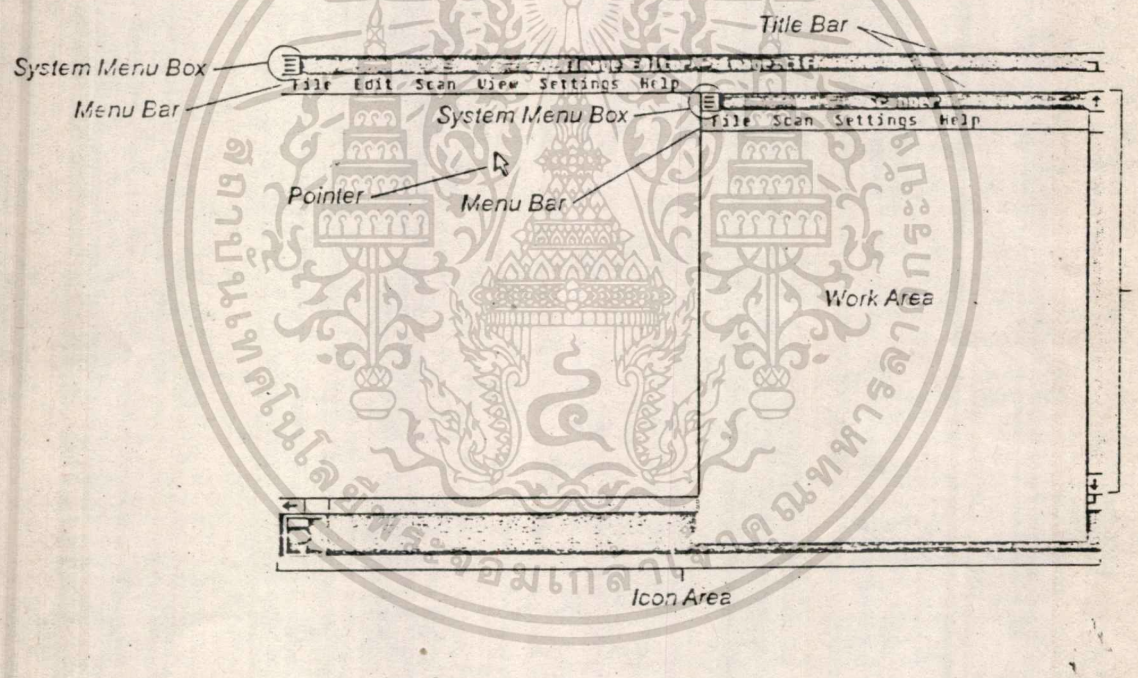


รูปที่ ค 1 เครื่อง ScanJet ของบริษัท Hewlett-Packard

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การใช้งานโปรแกรมควบคุม (Application Program)

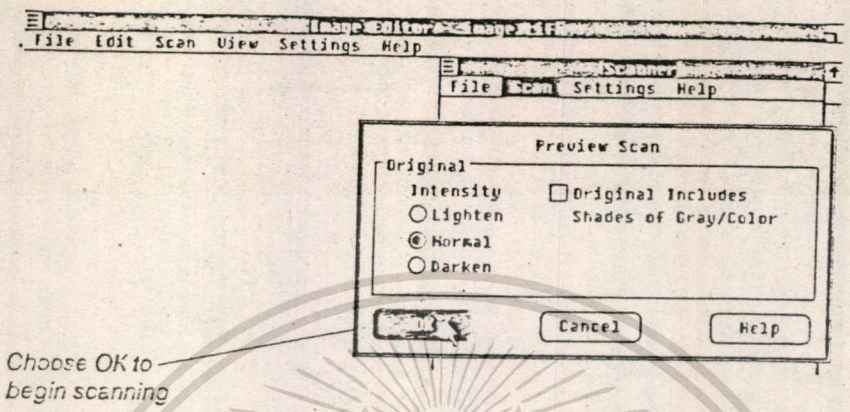
ในการใช้งานจะต้องเรียกใช้โปรแกรมใช้งานที่ชื่อว่า Scangal เมื่อเรียกใช้โปรแกรมนี้แล้ว บนหน้าจอจะปรากฏเป็นลักษณะดังรูปที่ ค 2



รูปที่ ค 2 ลักษณะของจอเมื่อเรียกใช้โปรแกรม Scangal

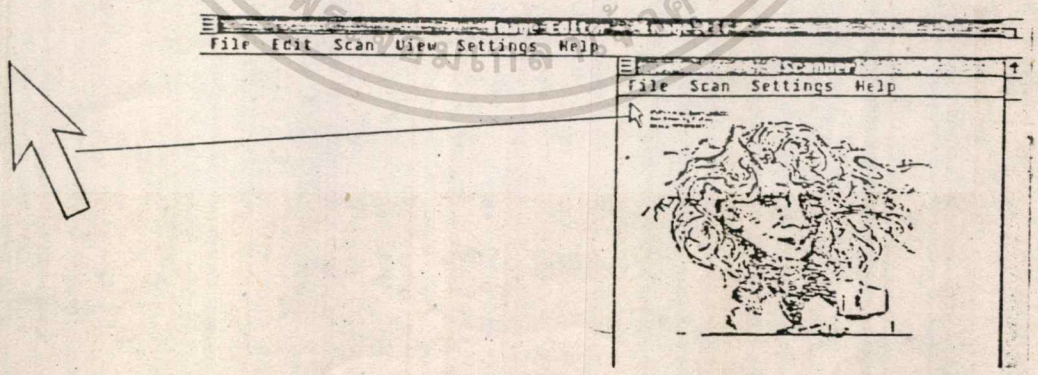
ขณะนั้น Icon ซึ่งใช้เป็นตัวสั่งงานบนหน้าจอ จะอยู่ในกรอบหน้าต่าง Scanner จากนั้นเราก็จะทำการ preview scan เพื่อทำการอ่านรูปแบบทั้งหมดที่นำไปใส่ไว้ในเครื่อง Scanner นั้นเสียก่อน ซึ่งจะปรากฏ menu ดังรูปที่ ค 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



รูปที่ ค 3 menu ในการ preview scan

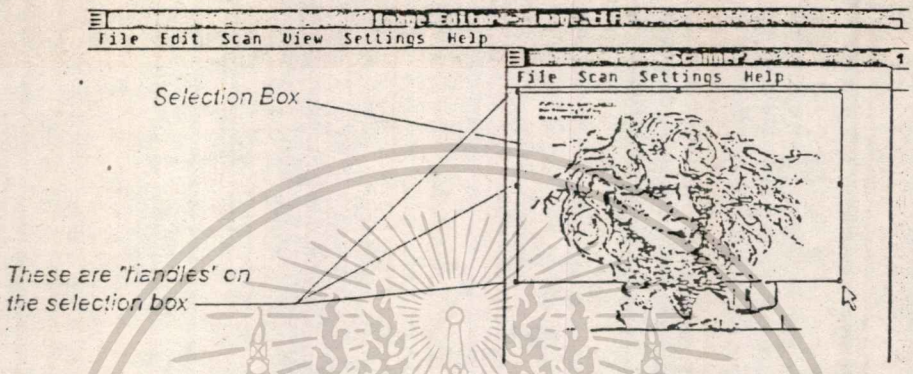
เมื่อทำการ set ค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว เครื่อง Scanner ก็จะทำการ สแกน รูปแบบทั้งหมดมาปรากฏในกรอบหน้าต่าง Scanner ดังรูปที่ ค 4



รูปที่ ค 4 ผลที่ได้จากการทำ Preview Scan

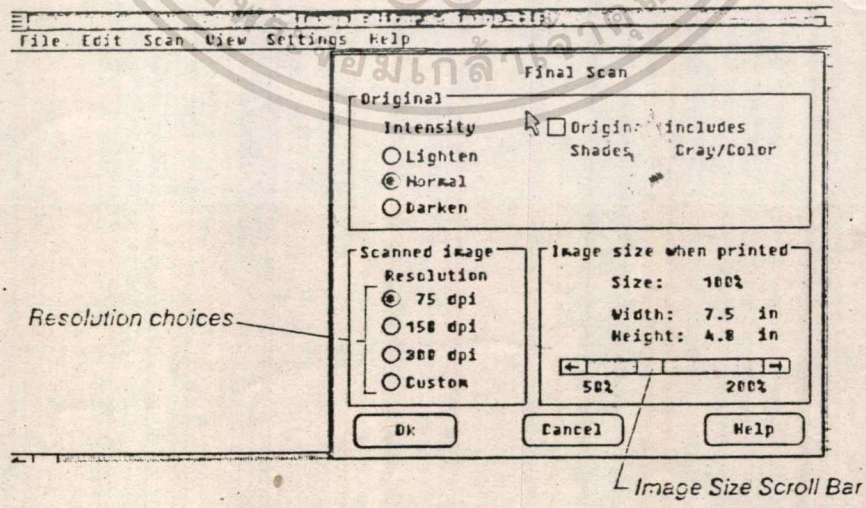
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลังจากนั้น เราก็จะทำตีกรอบ เพื่อเลือกส่วนที่ต้องการนำไปใช้ แล้วทำ final scan ดังรูปที่ ค 5



รูปที่ ค 5 การตีกรอบเพื่อเลือกส่วนที่ต้องการนำไปใช้

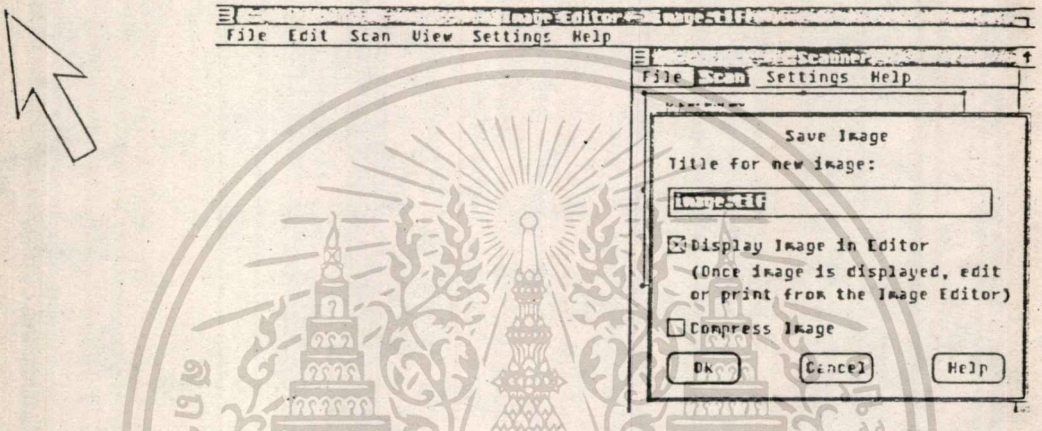
เมื่อทำ final scan หน้าจอจะปรากฏ menu ดังรูปที่ ค 6



รูปที่ ค 6 menu การทำ final scan

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เมื่อทำการ set ค่าต่าง ๆ เรียบร้อยแล้ว หน้าจอจะเปลี่ยนไปเป็น menu ในการตั้งชื่อไฟล์ที่จะเก็บรูปแบบที่ต้องการนั้น ดังรูปที่ ค 7



รูปที่ ค 7 menu ในการตั้งชื่อไฟล์

เมื่อตั้งชื่อไฟล์เรียบร้อยแล้ว scanner ก็จะทำการ สแกน เฉพาะส่วนที่ต้องการ แล้วนำข้อมูลไปเก็บลงไฟล์ที่ได้ตั้งชื่อไว้

ค่าต่าง ๆ ที่ใช้ในโครงงาน

ในโครงงานนี้ได้ทำการ set ค่าพารามิเตอร์ต่าง ๆ ของเครื่อง scanner ดังนี้

- ค่า intensity มีค่าเป็น normal
- ค่าระดับความเข้มมี 2 ระดับ
- ค่า resolution มีค่าเป็น 300 dpi (dot per inch)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

<u>รายละเอียดของไฟล์ข้อมูล</u>

ไฟล์ข้อมูลนี้จะถูกตั้งชื่อสกุลของไฟล์ เป็นชื่อ tif โดยลักษณะในการเก็บจะอยู่ในรูปของ binary picture คือ แต่ละจุดจะเก็บเพียง 1 บิท (bit) เท่านั้น ค่าของแต่ละบิทจะถูก set เป็น 1 หรือ reset เป็น 0 เมื่อจุดที่ สแกน เข้ามานั้นเป็นส่วนพื้นของรูปแบบหรือส่วนเนื้อของรูปแบบตามลำดับ

ไฟล์นี้จะมีส่วนหัว (heading) อยู่ 0X156 ไบท์ (byte) ซึ่งจะเก็บค่าความกว้างยาวของกรอบที่ได้ตีไว้ขณะทำ final scan ดังนี้

- ที่ตำแหน่ง 0X1E จะเก็บความกว้างหรือจำนวนคอลัมน์ (column) ของกรอบที่ตีนั้น
- ที่ตำแหน่ง 0X2A จะเก็บความยาวหรือจำนวนแถว (row) ของกรอบที่ตีนั้น

ขนาดของค่าความกว้างยาวทั้ง 2 ค่านั้น มีขนาด 2 ไบท์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กิตติกรรมประกาศ

ขอขอบคุณท่านอาจารย์ประสาร ตังติสานนท์ที่ได้ให้คำแนะนำ ตลอดจนจัดหาเครื่องมือที่จำเป็นสำหรับโครงงานนี้ จนภระทั่งวิทยานิพนธ์สำเร็จลงด้วยดี

พร้อมกันนี้ขอขอบคุณอาจารย์และเจ้าหน้าที่ทุกท่านในภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ที่ได้ให้คำแนะนำและอำนวยความสะดวกเป็นอย่างดี

และขอขอบคุณ คุณธนา หงษ์สุวรรณ คุณสมชัย ปฐมทองทวีชัย คุณนิพนธ์ จิระวงษ์ คุณสมจิตต์ สุวรรณวงศ์ และคุณวิโรจน์ สถาปนิกกุล ที่ได้ให้ความช่วยเหลือในการพิมพ์และจัดรูปเล่มวิทยานิพนธ์ จนภระทั่งเสร็จสมบูรณ์

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

1. ประสาร ตังติสานนท์, "การจดจำรูปแบบตัวอักษรคัดลายมือภาษาไทย โดยวิธีแยกลักษณะเด่น" , วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2529.

2. สุรพันธุ์ เอื้อไพบูลย์, "การจดจำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยโดยการพิจารณาหัวของตัวอักษร", วิทยานิพนธ์สำหรับปริญญาวิศวกรรมศาสตร์มหาบัณฑิต สาขาวิศวกรรมไฟฟ้า บัณฑิตวิทยาลัย, สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า เจ้าคุณทหาร ลาดกระบัง, 2531.

3. KIMPAN,C.:"Printed Thai Characters Recognition", Dissertation for the degree of Doctor of Engineering in Electrical Engineering, King Mongkut's Institute of Technology Chaokhun Taharn Ladkrabang,1986.

4. KIMPAN, C.,ITOH, A., and KAWANISHI, K.:"Fine Classification of Printed Thai Characters using Karhunen-Loeve expansion", IEE PROCEEDINGS,Vol. 134,Pt.E.,No.5,1987,pp.257-264.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

5. YAMADA, Y.,KAWATANI, T.,KANEKO, H.,and TSUTSUMIDA, T. : "Handprinted Numeral Recognition by Feature Concentration Method",Review of the Electrical Communication Laboratories, Nippon Telegraph and Telephone Public Corporation, Japan, Vol. 26, Nos. 11-12,November-December,1978.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้