

ระบบการรับรู้ลายมือเขียนอักษรไทย



นาย วัลลพ ตันถิติ

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2533

ISBN 974-577-025-6

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

015714  
117415212

THAI CHARACTER HANDWRITING RECOGNITION SYSTEM

Mr. Vannop Tanrudee

A Thesis Submitted in Partial Fullfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science  
Department of Computer Engineer  
Graduate School  
Chulalongkorn University

1990

ISBN 974-577-025-6

หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบการรับรู้อลายมือเขียนอักษรไทย  
โดย นาย วัลลพ ตันถิติ  
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
อาจารย์ที่ปรึกษา ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ ธีวพิทักษ์



บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย  
( ศาสตราจารย์ ดร. ถาวร วัชรราชัย )

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ ไกรวิชิต ตันติเมธ )

..... กรรมการ  
( ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. วีระ ธีวพิทักษ์ )

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ สมชาย ทยานง )

..... กรรมการ  
( รองศาสตราจารย์ เตือน ลินธุ์พันธ์ประทุม )



พิมพ์ที่มหาวิทยาลัยราชภัฏนครราชสีมา ภายในกรอบสีเขียวนี้เท่านั้น

วลนพ ต้นฤดี : ระบบการรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทย (THAI CHARACTER HANDWRITING RECOGNITION SYSTEM) อ.ที่ปรึกษา : ผศ.ดร.วีระ รุ่งวิทักษ์, 125 หน้า.

ISBN 974-577-025-6

ระบบการรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทยที่บรรยายถึงในวิทยานิพนธ์นี้ เป็นระบบการรับรู้รูปแบบที่ประกอบด้วยกระบวนการประมวลผลหลายขั้นตอนสามารถแบ่งออกได้เป็น ขั้นตอนแรกเป็นการแยกย่อยกลุ่มรูปแบบลายมือเขียนคร่าวๆ โดยอาศัยการตรวจสอบ ตามตำแหน่งของจุดปลายทั้งสองออกเป็นกลุ่ม 3 กลุ่มย่อย โดยมีการกำหนดขอบเขตระดับการเขียนไว้ล่วงหน้า ขั้นตอนต่อมาเป็นการหาลักษณะเด่นของรูปแบบตามรหัสทิศทางฟรีแมน เพื่อให้ได้กลุ่มรูปแบบที่เหมาะสมจากการแยกย่อยกลุ่มใน 32 กลุ่มอักษร ขั้นตอนการรับรู้รูปแบบประยุกต์ทฤษฎีไดนามิค โปรแกรมมิ่งในการหาความแตกต่างระหว่างรูปแบบ และรูปแบบในกลุ่ม เมื่อได้รูปแบบอ้างอิงที่มีความแตกต่างน้อยที่สุด ผลลัพธ์ที่ได้จะผ่านการตรวจสอบของภาคจัดการผลลัพธ์ระหว่างรูปแบบในกลุ่มใกล้เคียง เพื่อเพิ่มประสิทธิภาพในการรับรู้รูปแบบ ผลการวิจัยตามข้อมูลโดยผู้เขียนเฉพาะบุคคลเดียว โดยเฉลี่ยสามารถรับรู้รูปแบบได้ในอัตราร้อยละ 98.5

ภาควิชา จิตวิทยา  
สาขาวิชา จิตวิทยา  
ปีการศึกษา ๒๕๖๒

ลายมือชื่อนิติ วลนพ ต้นฤดี  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา [Signature]



พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบนี้เพียงเล่มเดียว

VANNOP TANRUDEE : THAI CHARACTER HANDWRITING RECOGNITION SYSTEM.  
THESIS ADVISOR : ASST. PROF. DR.VEERA RIEWPITANK, 125 PP.

Pattern recognition of handwritten Thai characters is described in this thesis. The recognition model devised constitutes a multi-stage system. In the first stage a coarse classifier allocates the input pattern into one of 3 categories, based on the location of end points with in predetermined regions in the characters matrix. The second stage uses features extracted in the Freeman Directional Chain Code to classify character assigned to each of 32 categories. The remaining one category, composed of similar, is recognized by Dynamic Programming. An additional step of post processing is added to compensate for the sensitivity of the Dynamic Programming to the existence of similar classes within some of the categories. Experiments were conducted with a single-author data structure. An average recognition rate of 98.5% was observed for the system.

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์  
สาขาวิชา วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์  
ปีการศึกษา ๒๕๖๕

ลายมือชื่อนิสิต วัฒนพ จันทร์  
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา ธีร เวระ



## กิตติกรรมประกาศ

ผู้วิจัยขอขอบพระคุณ ผศ.ดร. วีระ ธีรพิทักษ์ ที่กรุณาให้คำแนะนำแนวทางที่เป็นประโยชน์ในการวิจัย รวมทั้งแนวคิดต่างๆ และกำลังใจช่วยให้การทำวิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จได้ด้วยดี

ขอขอบพระคุณบัณฑิตวิทยาลัย ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ และคณาจารย์ ที่ให้คำแนะนำ และสนับสนุนทางด้านเงินทุนการวิจัย

ขอขอบคุณ คุณ อากุร นันทิกุล คุณ ไพศาล ชรรรมโพธิทอง และเพื่อนๆ ที่ช่วยค้นหาเอกสาร หนังสือที่ผู้วิจัยไม่สามารถหาจากแหล่งวิชาการภายในประเทศได้ และคอยตรวจสอบความถูกต้องของอุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย

สุดท้ายนี้ผู้วิจัยขอกราบขอบพระคุณ บิดา มารดา ผู้ให้กำเนิดและมีอุปการะคุณอันหาที่เปรียบมิได้ตลอดมา



## สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย .....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ .....	จ
กิตติกรรมประกาศ .....	ฉ
สารบัญ .....	ช
สารบัญตาราง .....	ญ
สารบัญภาพ .....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ .....	1
ความเบื้องต้น .....	1
วัตถุประสงค์ .....	2
ขั้นตอนการวิจัย .....	3
2. ทฤษฎีการรับรู้ลายมือเขียน .....	4
ทฤษฎีเบื้องต้น .....	4
พีเชอร์ .....	9
การตรวจหาความหักเหของการลากเส้น .....	10
การตรวจวัดมุม .....	12
การตรวจหาลักษณะเส้นส่วนโค้งเว้า .....	13
การวิเคราะห์ด้วยโครงสร้างแบบทรี .....	16
ไดนามิคโปรแกรมมิ่ง .....	21
ฟังก์ชันแวร์ปิง .....	22
เวกเตอร์ของรูปแบบ .....	24
ความแตกต่างของเวกเตอร์ .....	25
ไดนามิค โปรแกรมมิ่ง .....	33
ภาคจัดการล่วงหน้าสำหรับข้อมูลรูปแบบออนไลน์ .....	37
การปรับเรียบ .....	37
การสุ่มข้อมูล .....	37

	การสร้างรูปแบบบรรทัดฐาน .....	38
	คุณลักษณะของอักษรไทย .....	40
	ลักษณะของอักษรไทย .....	40
	การแยกตัวอักษรไทยออกเป็นกลุ่ม .....	45
	การแยกย่อยกลุ่มอักษรตามลักษณะเด่น .....	45
3.	การออกแบบ และพัฒนาโปรแกรมรับรู้อย่างมือเขียน .....	48
	การออกแบบ .....	48
	โปรแกรมรับข้อมูล .....	50
	โปรแกรมจัดการพอร์ต RS-232 .....	50
	โปรแกรมรับข้อมูลที่ส่งได้จากคิวิตเซอร์ .....	50
	โปรแกรมแปลงค่า .....	51
	โปรแกรมวิเคราะห์ลักษณะเด่นอักษร .....	55
	โปรแกรมวิเคราะห์การกระจายของข้อมูล .....	58
	โปรแกรมสร้างรูปแบบบรรทัดฐาน .....	60
	โปรแกรมวิเคราะห์หาลักษณะทิศทางเริ่มต้น .....	61
	การสร้างรหัสทิศทาง และพจนานุกรมรูปแบบ .....	70
	โปรแกรมสร้างรหัสทิศทางรูปแบบอ้างอิง .....	70
	โครงสร้างพจนานุกรม .....	70
	โปรแกรมควบคุมพจนานุกรม .....	72
	การสร้างตารางแยกย่อยกลุ่ม .....	72
	โปรแกรมการรับรู้รูปแบบลายมือเขียน .....	82
	ไดนามิคโปรแกรมมิ่ง .....	82
	ภาคจัดการผลลัพธ์ .....	83
4.	การทดสอบและประเมินผล .....	91
	การทดสอบ .....	91
	ข้อมูลทดสอบ .....	91
	การปรับปรุง .....	92
	ผลการทดสอบ .....	94
5.	สรุป และข้อเสนอแนะ .....	102
	สรุป .....	102



ความแม่นยำในการรับรู้รูปแบบ .....	103
ข้อจำกัด .....	105
ข้อเสนอแนะ .....	105
ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งาน .....	106
แนวทางในการวิจัยต่อ .....	107
เอกสารอ้างอิง .....	108
ภาคผนวก .....	111
ประวัติ .....	125



## สารบัญตาราง

ตาราง

หน้า

2.1	อัลกอริทึม ไดนามิค โปรแกรมมิ่งแบบแกนเวลาสมมาตร และแบบแกนเวลาไม่สมมาตร .....	34
2.2	การเปรียบเทียบอัลกอริทึมของ ไดนามิค โปรแกรมมิ่ง แบบต่างๆ .....	35
2.3	ตัวอย่างลักษณะเด่นของอักษรไทย .....	44
3.1	ค่าแทนลักษณะเด่นของอักษร .....	56
3.2	กลุ่มตัวอักษรแบ่งตามคุณสมบัติพร้อมรหัสของกลุ่ม .....	81



## สารบัญรูปภาพ

รูป		หน้า
2.1	รูปแบบอักษรมาตรฐานของ ANSI .....	5
2.2	แสดงค่าความหักเหตักทาง .....	8
2.3	ผังงานระบบรับรู้รูปแบบ .....	10
2.4	รหัสทิศทางแพนการหักเหของการลากเส้น .....	11
2.5	ตารางแสดงเครื่องหมายแพนการหักเหของทิศทาง .....	13
2.6	การใช้เครื่องหมายแพนค่าลำดับที่เกิดการหักเหของเส้น .....	15
2.7	การทำงานของอัลกอริทึมรหัสทิศทางแบบลูกโซ่ .....	17
2.8	แสดงถึงการปรับตัวตามแกนเวลา .....	21
2.9	แสดงถึงขอบเขตที่ฟังก์ชันแวร์บั้งสามารถเคลื่อนไปได้ .....	23
2.10	แสดงถึงฟังก์ชันแวร์บั้ง และการปรับขนาดขอบเขต .....	25
2.11	ขนาดความชันของฟังก์ชันแวร์บั้ง .....	28
2.12	สัมประสิทธิ์น้ำหนักของทั้งแกนเวลาสมมาตร และไม่สมมาตร ..	31
2.13	เวกเตอร์ของรูปแบบอักษร .....	36
2.14	น้ำหนักถ่วงของรูปแบบ .....	39
2.15	แสดงถึงการแบ่งขอบเขตความสูงของอักษรไทย .....	42
3.1	โครงสร้างระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียน .....	49
3.2	ผังงานแสดงการจัดการพอร์ตอนุกรมแบบ RS-232 .....	52
3.3	ผังงานแสดงการรับสัญญาณข้อมูลจากดิจิตัลเซอร์ .....	53
3.4	ผังงานแสดงการแปลงค่าลำดับ .....	54
3.5	ข้อมูลแพนลักษณะเด่นของรูปแบบ .....	56
3.6	ผังงานแสดงการวิเคราะห์ลักษณะเด่นอักษร .....	57
3.7	ผังงานแสดงการกรองสัญญาณรบกวน .....	62
3.8	ผังงานแสดงการหาขอบของรูปแบบ .....	63
3.9	ผังงานแสดงการแทนค่าจุดปลาย .....	64
3.10	ผังงานแสดงการวิเคราะห์อัตราส่วนต่างระดับ .....	65
3.11	ผังงานแสดงการสร้างรูปแบบบรรทัดฐาน .....	67

3.12	ผังงานแสดงการวิเคราะห์ทิศทางเริ่มต้น .....	68
3.13	ผังงานแสดงการหารหัสทิศทาง .....	73
3.14	โครงสร้างไบนารีทรีที่ใช้กับรูปแบบอักษรไทย .....	75
3.15	โครงสร้างพจนานุกรมรูปแบบลายมือเขียน .....	76
3.16	ผังงานแสดงการค้นหาข้อมูลในพจนานุกรมรูปแบบอ้างอิง .....	78
3.17	ผังงานแสดงการค้นหาตารางการแยกย่อยกลุ่มอักษร .....	80
3.18	ผังงานแสดงส่วนควบคุมของไดนามิคโปรแกรมมิ่ง .....	85
3.19	ผังงานแสดงการคำนวณหาความแตกต่างของรหัสทิศทาง .....	87
3.20	ผังงานแสดงการควบคุมการเคลื่อนไปของทิศทาง .....	88
3.21	ผังงานแสดงการตรวจสอบการเขียนแบบยกปากกา .....	89
3.22	ผังงานแสดงการกำหนดขอบเขตค่าความแตกต่างสูงสุด .....	90
4.1	ตัวอย่างลายมือเขียน .....	91
4.2	รูปแบบที่สืมได้จากการเขียน .....	95
4.3	รูปแบบรหัสทิศทาง .....	98
4.4	การปรับตัวตามแกนเวลาของรูปแบบ .....	101