

การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบพีชชีโลจิก และ วิธีชินแทกติก



นาย เดชา รัตนธาร

ศูนย์วิทยทรัพยากร

จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

วิทยานิพนธ์เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-558-2

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING THE FUZZY LOGIC TECHNIQUE
AND SYNTACTIC METHOD



Mr. Decha Rattanatharn

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements
for the Degree of Master of Engineering

Department of Electrical Engineering

Graduate School


Chulalongkorn University

1995


ISBN 974-632-558-2


หัวข้อวิทยานิพนธ์ การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบฟัซซีโลจิกและ วิธีซินแทกติก
โดย นาย เดชา รัตนธาร
ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล


บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้บัณฑิตวิทยาลัยฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่ง
ของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรบัณฑิต



..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ ฤงสูววรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


..... ประธานกรรมการ
(รองศาสตราจารย์ ดร. ณรงค์ อยู่ถนอม)


..... อาจารย์ที่ปรึกษา
(รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล)


..... กรรมการ
(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. สุดาพร ลักษณะนิยานาวิน)


..... กรรมการ
(อาจารย์ ดร. วาทีต เบญจพลกุล)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

เดชา รัตนธาร : การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบฟัซซีโลจิก และวิธีซินแทกติก (THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING THE FUZZY LOGIC TECHNIQUE AND SYNTACTIC METHOD)

อ.ที่ปรึกษา : รศ. ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล, 59 หน้า. ISBN 974-632-558-2.

วัตถุประสงค์ของวิทยานิพนธ์นี้คือ การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้เทคนิคฟัซซีโลจิกและวิธีซินแทกติก ขบวนการแบ่งออกเป็น 3 ส่วนหลักคือ Preprocessing , Pattern Representation และ การจำแนก ส่วนของ Preprocessing ประกอบด้วย การลดสัญญาณรบกวนข้อมูลภาพที่รับเข้ามา และ การทำตัวอักษรให้บาง ที่มีการตัดแปลงให้ทำงานดีขึ้น ส่วนของ Pattern Presentation ประกอบด้วย การทำให้เป็นเวกเตอร์ และการแปลงเวกเตอร์ให้เป็นต้นไม้ primitive ส่วนของการจำแนก ประกอบด้วย การวิเคราะห์โครงร่างของต้นไม้ , การวิเคราะห์ทาง feature และ ในกรณีที่ไม่สามารถรู้จำตัวอักษรจะใช้เทคนิคฟัซซีโลจิกมาทำการวัดความเหมือนของเอกลักษณ์เพื่อใช้ในการจำแนก ตัวอักษรต้นแบบที่นำมาใช้มี 120 ตัวอักษร และ ตัวอักษรที่ใช้ทดสอบมี 1106 ตัวอักษร ผลการรู้จำมีความถูกต้องร้อยละ 99.64 โดยประมาณ และ เวลาในการรู้จำโดยเฉลี่ย 0.89 วินาที ต่อตัวอักษร เมื่อใช้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 486Dx2-66



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา 2538

ลายมือชื่อนิสิต *เดชา รัตนธาร*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา *สมชาย จิตะพันธ์กุล*
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C615490 : MAJOR ELECTRICAL ENGINEER

KEY WORD: FUZZY LOGIC / SYNTACTIC METHOD / THAI CHARACTER RECOGNITION
DECHA RATTANATHARN : THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING
THE FUZZY LOGIC TECHNIQUE AND SYNTACTIC METHOD. THESIS ADVISOR :
ASSOC. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr.Ing. 59 pp. ISBN 974-632-
558-2.

The objective of this thesis is to recognize the Thai printed characters by using Fuzzy Logic technique and Syntactic method. The recognition process is divided into three main steps, preprocessing, pattern representation and classification. Preprocessing step is composed of input image noise reduction and thinning process which was modified to improve the result. Pattern presentation step is composed of vectorization and vector to postfix tree of primitive transformation. Classification step is composed of syntactic tree structure analysis, global feature analysis and Fuzzy Logic technique by unique similarity measure for unrecognized case. 120 Thai printed characters are used for templates and other 1106 characters are used for test patterns. The recognition rate is about 99.64% and average recognition time for 486DX2-66 microcomputer is 0.89 second per character.

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

ภาควิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
สาขาวิชา.....วิศวกรรมไฟฟ้า
ปีการศึกษา.....2538

ลายมือชื่อนิสิต.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....
ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลือเป็นอย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆ ของการวิจัยมาโดยตลอด ขอขอบคุณอาจารย์ สุวิทย์ นาคพิระยุทธ ที่ท่านได้ให้คำแนะนำเพิ่มเติมในการวิจัย รวมทั้งขอขอบคุณ คุณมงคลชัย มงคลลักษณ์ และ คุณกิตติพงษ์ เจนวิถีสุข ที่ได้ให้ช่วยเหลือแนะนำทางด้านซอฟต์แวร์ ตลอดจนเพื่อนและน้องๆ ทุกคนที่คอยให้กำลังใจมาโดยตลอด

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณ บิดา-มารดา และน้องสาว ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและเป็นกำลังใจแก่ผู้วิจัยจนสำเร็จการศึกษา



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฐ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
ความเบื้องต้น.....	1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย.....	3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับจากงานวิจัย.....	3
ขอบเขตของงานวิจัย.....	3
2. กรรมวิธีรู้จำรูปแบบ.....	5
ลักษณะการทำงาน.....	5
Preprocessing.....	6
- การกำจัดสัญญาณรบกวน.....	6
- การทำตัวอักษรให้บาง.....	7
- การปรับกรอบของตัวอักษร.....	10
Pattern Representation.....	11
- การแปลงจุดภาพที่เข้ารหัสให้เป็นเวกเตอร์.....	12
- การเชื่อมเวกเตอร์เป็นรูปต้นไม้.....	13
- การเปลี่ยนเวกเตอร์เป็น Primitive.....	14
Classification.....	17
- การเปรียบเทียบตัวอักษรโดยวิธีชินแทกติก.....	17
1. การเปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์โครงสร้างของตัวอักษร.....	17

สารบัญ(ต่อ)

2. การเปรียบเทียบโดยการวิเคราะห์ทาง feature	17
3. การวิเคราะห์ผลการเปรียบเทียบ	17
- การปรับปรุงเวกเตอร์	18
1. การเชื่อมเวกเตอร์ที่อยู่ใกล้กัน.....	18
2. การตัดเวกเตอร์ส่วนเกินออก.....	18
- การเปรียบเทียบโดยใช้เทคนิคฟัซซีโลจิก.....	18
1. ขั้นตอนการตรวจสอบ.....	18
2. การวัดและเปรียบเทียบค่าความเหมือน	19
3. การทดสอบการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทย	23
แหล่งที่มาของข้อมูล.....	23
การสร้างตัวอักษรต้นแบบ	24
วิธีการทดสอบ.....	25
การทดสอบทีละตัว.....	25
การทดสอบกลุ่มตัวอักษร	27
ผลการทดสอบ.....	28
ปัญหาและข้อจำกัด.....	33
4. ข้อสรุป และข้อเสนอแนะ	35
ข้อสรุป.....	35
ข้อเสนอแนะ	37
รายการอ้างอิง.....	38
ภาคผนวก ก.	39

สารบัญ(ต่อ)

ภาคผนวก ข.	41
ภาคผนวก ค.	43
ภาคผนวก ง.	46
ภาคผนวก จ.	49
ภาคผนวก ฉ.	53
ประวัติผู้เขียน.....	59



ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 รหัสต่อเนื่อง และรหัสไม่ต่อเนื่อง ของรหัสเงื่อนไข.....	12
ตารางที่ 3.1 ผลการทดสอบการรู้จำ.....	28
ตารางที่ 3.2 เปรียบเทียบขั้นตอนการสร้าง และลักษณะการเก็บข้อมูลของต้นแบบ	31
ตารางที่ 3.3 เปรียบเทียบขั้นตอนการรู้จำ.....	32
ตารางที่ 3.4 ตัวอักษรที่รู้จำผิดหรือไม่สามารถรู้จำได้	33
ตารางที่ ๓.1 ผลการทดสอบการรู้จำโดยระบุเส้นระดับ.....	54
ตารางที่ ๓.2 ผลการทดสอบการรู้จำโดยไม่ระบุเส้นระดับ.....	55



ศูนย์วิจัยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ผังการทำงานของกรรผู้จำตัวอักษรภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบพีชชีโลจิกและวิธี ชินแทกติก.....	5
รูปที่ 2.2 การกำจัดสัญญาณรบกวน	7
รูปที่ 2.3 วินโดว์ขนาด 3x3	8
รูปที่ 2.4 รูปแบบในการตรวจสอบหาจุดที่เป็นโครงร่างของภาพของ Classical Thinning	8
รูปที่ 2.5 รูปแบบใน SPTA ไม่เหมือนใน Classical Thinning.....	9
รูปที่ 2.6 รูปแบบที่เป็นไปได้ทั้งหมดของรูปที่ 2.4.....	9
รูปที่ 2.7 แสดงการเปรียบเทียบการทำให้บางโดยใช้ Classical Thinning กับ Thinning ที่ นำเอา SPTA มาประยุกต์ใช้	10
รูปที่ 2.8 แสดงการปรับกรอบภาพ	10
รูปที่ 2.9 รหัสเงื่อนไข.....	11
รูป ก รหัสเงื่อนไขที่เป็นเลขบวก	11
รูป ข รหัสเงื่อนไขที่เป็นเลขลบให้กับจุดภาพที่เป็นจุด.....	11
รูปที่ 2.10 การเข้ารหัสเงื่อนไข	12
รูปที่ 2.11 แสดงการแปลงรหัสภาพเป็นเวกเตอร์	13
รูป ก. ข้อมูลภาพที่เข้ารหัสเงื่อนไข.....	13
รูป ข. เวกเตอร์ของตัวอักษร.....	13
รูปที่ 2.12 แสดงต้นไม้ของเวกเตอร์ของรูปที่ 2.10.....	14
รูปที่ 2.13 Primitive เส้นตรง	14
รูปที่ 2.14 Primitive วงกลม	15
รูปที่ 2.15 แสดงการแปลงต้นไม้เวกเตอร์ให้เป็นต้นไม้หน่วยสร้างพื้นฐานโดยมีการเรียงลำดับ node ตามลำดับ Postfix	16
รูปที่ 2.16 เขตของตัวอักษร	20
รูปที่ 3.1 แสดงการระบุไฟล์ข้อมูล.....	25
รูปที่ 3.2 แสดงการระบุค่าระดับบน และระดับล่าง.....	26

สารบัญภาพ(ต่อ)

รูปที่ 3.3 แสดงผลการรู้จำครั้งละอักษร27

รูปที่ 3.4 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของรูปแบบEucrosia ในขนาดต่างๆ.....30

รูปที่ 3.5 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องของรูปแบบCordiaในขนาดต่างๆ.....30

รูปที่ ก.1 กราฟแบบตัด39

รูปที่ ก.2 กราฟแบบโค้ง39

รูปที่ ข.1 แสดงระดับของตัวอักษรไทยในประโยคภาษาไทย.....53

รูปที่ ข.2 ตัวอักษรที่อยู่ในระดับกลาง53

รูปที่ ข.3 ตัวอักษรที่อยู่ในระดับบน-กลาง.....54

รูปที่ ข.4 ตัวอักษรที่อยู่ในระดับกลาง-ล่าง.....54

รูปที่ ข.5 ตัวอักษรที่อยู่ในระดับบน.....54

รูปที่ ข.6 ตัวอักษรที่อยู่ในระดับล่าง55

รูปที่ ข.7 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องระหว่างการระบุเส้นระดับ และไม่ระบุเส้น
ระดับของรูปแบบCordiaในขนาดต่างๆ58

รูปที่ ข.8 กราฟเปรียบเทียบเปอร์เซ็นต์ความถูกต้องระหว่างการระบุเส้นระดับ และไม่ระบุเส้น
ระดับของรูปแบบEucrosiaในขนาดต่างๆ.....58

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย