การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กและวิธีซินแทกติก

นาย กิตติพงษ์ เจนวิถีสุข

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิศวกรรมศาสตรมหาบัณฑิต
ภาควิชาวิศวกรรมไฟฟ้า
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย
พ.ศ. 2538

ISBN 974-632-942-1

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

I 16891971

THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING A NEURAL NETWORK AND THE SYNTACTIC METHOD

Mr. Kittipong Chenwithisuk

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 974-632-942-1

หัวข้อวิทยานิพนธ์	การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กและวิธีซินแทกติก
โดย	นาย กิตติพงษ์ เจนวิถีสุข
ภาควิชา	วิศวกรรมไฟฟ้า
อาจารย์ที่ปรึกษา	รองศาสตราจารย์ ดร. สมชาย จิตะพันธ์กุล

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้นับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญามหาบัณฑิต

..... คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย

(รองศาสตราจารย์ ดร.สันติ ถุงสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์

..... ประธานกรรมการ

(รองศาสตราจารย์ ดร.ณรงค์ อยู่ถนอม)

..... อาจารย์ที่ปรึกษา

(รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล)

..... กรรมการ

(อาจารย์ ดร.วาทิต เบญจพลกุล)

..... กรรมการ

(ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร.สุดาพร ลักษณียนาวิน)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

กิตติพงษ์ เจนวิถีสุข : การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์ก และวิธีซินแทกติก (THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING A NEURAL NETWORK AND THE SYNTACTIC METHOD) อ.ที่ปรึกษา : รศ.ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล , 66 หน้า. ISBN 974-632-942-1

การวิจัยครั้งนี้ มีจุดมุ่งหมายเพื่อศึกษาการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้วิธีนิวรอลเน็ตเวร์ก และวิธีซินแทกติก ซึ่งสามารถแบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ การประมวลผลเบื้องต้น (preprocessing), การสร้างแบบเปรียบ (feature/primitive extraction) และนิวรอลเน็ตเวิร์ก โดยในสองขั้นตอนแรกจะมีหน้าที่ปรับปรุงคุณภาพของภาพข้อมูลตัวอักษร และแปลงภาพข้อมูลตัวอักษรให้เป็นแบบเปรียบ (primitive) เพื่อเป็นอินพุตของระบบนิวรอลเน็ตเวิร์ก ในส่วนของระบบนิวรอลเน็ตเวิร์กจะทำหน้าที่ตัดสินใจเพื่อหาคำตอบและเรียนรู้ภาพตัวอักษร

ผลการวิจัยพบว่า การรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยใช้นิวรอลเน็ตเวิร์กและวิธีซินแทกติก มีอัตราการรู้จำสูง โดยภาพข้อมูลที่ใช้ในการทดลองประกอบด้วยตัวอักษรรูปแบบตัวปกติ, รูปแบบตัวเอน และรูปแบบตัวหนา จำนวนทั้งสิ้น 1392 ภาพตัวอักษร ซึ่งแบ่งเป็นภาพข้อมูลของชุดฝึก (training set) จำนวน 690 ภาพตัวอักษร และชุดทดสอบ (test set) จำนวน 702 ภาพตัวอักษร มีอัตราการรู้จำของภาพตัวอักษรรูปแบบตัวปกติ 99.57%, มีอัตราการรู้จำของภาพตัวอักษรรูปแบบตัวเอน 98.93%, มีอัตราการรู้จำของภาพตัวอักษรรูปแบบตัวหนา 99.36% และมีอัตราการรู้จำของภาพตัวอักษรเฉลี่ยทั้งหมด 99.28% โดยเวลาที่ใช้ในการประมวลผลเฉลี่ย 0.055 วินาทีต่อตัวอักษรต่อกลุ่ม บนเครื่องคอมพิวเตอร์ 486DX2-66

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา DSP ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม -

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสีเขียวนี้เพียงแผ่นเดียว

หอสมุดกลาง สถาบันวิทยบริการ จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

C615535 : MAJOR DIGITAL SIGNAL PROCESSING
KEY WORD: RECOGNITION / NEURAL NETWORK / SYNTACTIC

KITTIPONG CHENWITHISUK : THAI PRINTED CHARACTERS RECOGNITION USING A NEURAL NETWORK AND THE SYNTACTIC METHOD. THESIS ADVISOR : ASSO. PROF. SOMCHAI JITAPUNKUL, Dr. Ing. 66 pp. ISBN 974-632-942-1

The objective of This research is to study the Thai printed characters recognition using a neural network and the syntactic method. The recognition system consists of 3 modules, a preprocessing model, a feature/primitive extraction system and a neural network. In the preprocessing process, an input character pattern is improved by noise reduction procedure and skeletonized. In the feature/primitive extraction process, the character is decomposed into primitives consisting of line-primitives and circle-primitives. Then, the recognition system is trained by a neural network. After the training is completed, the neural network will distinguish the input character from the set of primitive different types of input character patterns.

The result indicates a high (98.93 - 99.57%) character patterns recognition rate. A total of 1392 character data samples, including regular font style, bold font style and italic font style, were partitioned into a training set (690 samples) and a testing set (702 samples). The recognition rate of regular font style is 99.57%. The recognition rate of italic font style is 98.93%. The recognition rate of bold font style is 99.36%. Consequently, the total average recognition rate and the average time, operated by the 486DX2-66 computer, are 99.28% and 0.055 second/character respectively.

ภาควิชา วิศวกรรมไฟฟ้า ลายมือชื่อนิสิต .....

สาขาวิชา DSP ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา .....

ปีการศึกษา 2537 ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม .....

กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ได้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยความช่วยเหลืออย่างดียิ่งของ รองศาสตราจารย์ ดร.สมชาย จิตะพันธ์กุล อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ และคณะกรรมการ ซึ่งท่านได้ให้คำแนะนำและข้อคิดเห็นต่างๆของการวิจัยมาด้วยดีตลอด ขอขอบคุณเจ้าหน้าที่การสื่อสารแห่งประเทศไทยทุกท่าน ที่ได้ช่วยสนับสนุนเครื่องคอมพิวเตอร์และสแกนเนอร์เพื่อใช้ในการวิจัย ขอขอบคุณ คุณเดชา รัตนาธาร และคุณเสาวลักษณ์ อารีย์พงศา ตลอดจนเพื่อน พี่ และน้อง ที่ช่วยให้ข้อคำแนะนำและให้กำลังใจเสมอมา

ท้ายนี้ ผู้วิจัยใคร่ขอกราบขอบพระคุณบิดา-มารดา ซึ่งได้ให้การสนับสนุนและให้กำลังใจแก่ผู้วิจัยเสมอจนสำเร็จการศึกษา

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย ..... ง

บทคัดย่อภาษาอังกฤษ ..... จ

กิตติกรรมประกาศ ..... ฉ

สารบัญตาราง ..... ฌ

สารบัญภาพ ..... ญ

บทที่ 1. บทนำ 1

ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา 1

วัตถุประสงค์ 4

ขอบเขตของการวิจัย 4

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 4

บทที่ 2. แนวคิดและทฤษฎี 5

ตัวอักษรภาษาไทย 5

นิวรอลเน็ตเวิร์ก 7

1.การปรับน้ำหนักการเชื่อมต่อของระดับแสดงผล 9

2. การปรับน้ำหนักการเชื่อมต่อของระดับซ่อนตัว 12

บทที่ 3. กรรมวิธีการรู้จำ 14

โครงสร้างของระบบการรู้จำ 14

การปรับปรุงคุณภาพของภาพข้อมูล 15

1. การกำจัดสัญญาณรบกวน 15

2. การทำตัวอักษรให้บาง 16

3. การปรับกรอบของตัวอักษร 17

การวิเคราะห์หาลักษณะสำคัญของตัวอักษร 18

1. การแปลงเส้นโครงร่างตัวอักษรเป็นรหัสเงื่อนไข 19

2. การแปลงรหัสเงื่อนไขเป็นเวกเตอร์ 21

3. การแปลงเวกเตอร์เป็นแบบเปรียบ 27

การรู้จำโดยนิวรอลเน็ตเวิร์กแบบ Backpropagation 28
1. การแปลงแบบเปรียบให้เหมาะสมกับระดับข้อมูลเข้าของนิวรอลเน็ตเวิร์ก 29
2. การฝึกและการรู้จำ 31
บทที่ 4. การทดสอบการรู้จำตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทย 40
1. ภาพตัวพิมพ์อักษรภาษาไทย 40
2. การเรียนรู้ภาพตัวอักษรของระบบนิวรอลเน็ตเวิร์ก 41
3. การทดสอบการรู้จำ 43
4. ปัญหาและข้อจำกัด 49
บทที่ 5. ข้อสรุปและข้อเสนอแนะ 51
1. ข้อสรุป 51
2. ข้อเสนอแนะ 52
รายการอ้างอิง 54
ภาคผนวก 56
ก. ตัวอักษรรูปแบบตัวปกติ 56
ข. ตัวอักษรรูปแบบตัวเอน 58
ค. ตัวอักษรรูปแบบตัวหนา 60
ง. การรู้จำตัวอักษรรูปแบบอื่น 62
ประวัติผู้แขียน 66

สารบัญตาราง

หน้า

ตารางที่ 3.1 แสดงมุมของรหัสเงื่อนไข 21
ตารางที่ 3.2 แสดงมุมของรหัสเงื่อนไขหลักและรหัสเงื่อนไขรองคละกัน 21
ตารางที่ 3.3 แสดงการคำนวณจุดภาพตำแหน่งถัดไปในกรณีของจุดต่อเนื่อง 22
ตารางที่ 3.4 แสดงการคำนวณจุดภาพตำแหน่งถัดไปในกรณีจุดปลาย 23
ตารางที่ 3.5 แสดงรหัสต่อเนื่องและรหัสไม่ต่อเนื่องของรหัสเงื่อนไข 24
ตารางที่ 3.6.ก แสดงการแปลงแบบเปรียบเส้นตรงเป็นเลขฐานสอง 29
ตารางที่ 3.6.ข แสดงการแปลงแบบเปรียบวงกลมเป็นเลขฐานสอง 30
ตารางที่ 4.1 แสดงการรู้จำตัวอักษรที่ระบบนิวรอลเน็ตเวิร์กของชุดฝึกที่ได้เรียนรู้มาก่อน 45
ตารางที่ 4.2 แสดงการรู้จำตัวอักษรที่ระบบนิวรอลเน็ตเวิร์กของชุดฝึกที่ไม่ได้เรียนรู้มาก่อน 46
ตารางที่ 4.3 แสดงผลการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยที่รวมข้อมูลชุดฝึกและชุดทดสอบไว้ด้วยกัน 47
ตารางที่ 4.4 แสดงตัวอักษรที่รู้จำผิด 48
ตารางที่ 5.4 แสดงจำนวนโหนดของระดับข้อมูลเข้า, จำนวนโหนดของระดับซ่อนตัว,
จำนวนโหนดของระดับแสดงผลและเวลาที่ใช้ในการฝึก 48

สารบัญภาพ

หน้า

รูปที่ 2.1 แสดง three-layer backpropagation network (BPN) 7
รูปที่ 2.2 แสดง sigmoid function 11
รูปที่ 3.1 แสดงโครงสร้างการรู้จำของระบบ 14
รูปที่ 3.2 แสดงการทำงานของการปรับปรุงคุณภาพของภาพข้อมูล 15
รูปที่ 3.3.ก แสดงสัญญาณรบกวนแบบรูเดี่ยว 15
รูปที่ 3.3.ข แสดงสัญญาณรบกวนแบบจุดเดี่ยว 15
รูปที่ 3.4 แสดงหน้าต่างที่ใช้กำจัดสัญญาณรบกวนและภาพที่ได้จากการกำจัดสัญญานรบกวน 16
รูปที่ 3.5.ก แสดงภาพก่อนทำตัวอักษรให้บาง 17
รูปที่ 3.5.ข แสดงภาพหลังจากทำตัวอักษรให้บาง 17
รูปที่ 3.6 แสดงทิศทางการตรวจสอบกรอบของภาพตัวอักษร 17
รูปที่ 3.7 แสดงตำแหน่งการปรับกรอบของภาพตัวอักษร 18
รูปที่ 3.8 แสดงการหาลักษณะสำคัญของข้อมูลภาพเส้นโครงร่างตัวอักษร 18
รูปที่ 3.9.ก แสดงรหัสเงื่อนไขที่เป็นลบ(จุดปลาย) 19
รูปที่ 3.9.ข แสดงรหัสเงื่อนไขที่เป็นบวก(จุดต่อเนื่อง) 19
รูปที่ 3.10 แสดงภาพข้อมูลตัวอักษรที่ผ่านกระบวนการเข้ารหัสเงื่อนไข 20
รูปที่ 3.11 แสดงการแปลงเวกเตอร์เส้นตรงเป็นเวกเตอร์วงกลม 24
รูปที่ 3.12 แสดงโครงสร้างต้นไม้ 26
รูปที่ 3.13 แสดงการแปลงข้อมูลภาพตัวอักษรที่เข้ารหัสเงื่อนไขเป็นต้นไม้ของเวกเตอร์ 27
รูปที่ 3.14 แสดงรูปแบบของแบบเปรียบหลัก 28
รูปที่ 3.15 แสดงการรู้จำตัวอักษรโดยวิธีนิวรอลเน็ตเวิร์ก 29
รูปที่ 3.16 แสดงการแปลงข้อมูลภาพตัวอักษรให้เป็นเลขฐานสอง 31
รูปที่ 3.17 แสดงระยะห่างของปลายตัวอักษรที่อยู่เกินเส้นระดับบนและต่ำกว่าเส้นระดับล่าง 31
รูปที่ 3.18 แสดงทิศทางการสแกนหาตำแหน่งจุดปลายตัวอักษร 32
รูปที่ 3.19 แสดงรูปแบบข้อมูลเลขฐานสองที่ใช้แทนข้อมูลภาพตัวอักษร 33
รูปที่ 3.20 แสดงวิธีการแปลงภาพข้อมูลให้เป็นเลขฐานสอง 33

รูปที่ 3.21 แสดงการสร้างข้อมูลชุดฝึกและข้อมูลจำลอง 34
รูปที่ 3.22 แสดงตัวอย่างนิวรอลเน็ตเวิร์กที่ใช้สำหรับรู้จำตัวอักษร ว, อ และ ฮ 36
รูปที่ 3.23 แสดงข้อมูลชุดฝึกสำหรับการรู้จำภาพตัวอักษร 37
รูปที่ 3.24 แสดงผังไหลการทำงานของ back-propagation learning 38
รูปที่ 4.1 แสดงการสร้างข้อมูลชุดฝึกจากภาพตัวอักษร 42
รูปที่ 4.2 แสดงการฝึกหัดเพื่อหาน้ำหนักการเชื่อมต่อ 43
รูปที่ 4.3 แสดงการทดสอบการรู้จำตัวอักษรภาษาไทย 44
รูปที่ 4.4 แสดงภาพตัวอักษรสระอือที่มีปัญหาเมื่อผ่านการทำภาพตัวอักษรให้บาง 50
รูปที่ 5.1 แสดงการแปลงภาพตัวอักษรให้อยู่ในรูปโครงสร้างอย่างง่าย 52
รูปที่ 5.2 แสดงแบบเปรียบเส้นตรงลักษณะต่างๆ 53