

ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์

นาย นิमित จันทร์ดั่ง



วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต

ภาควิชาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์

บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

พ.ศ. 2539

ISBN 974-633-322-4

ลิขสิทธิ์ของบัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

A SCANNER-BASED MULTIPLE-CHOICE MARK RECOGNITION SYSTEM



Mr. NIMIT JUNDOUNG

A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements

for the Degree of Master of Science

Department of Computer Engineering

Graduate School

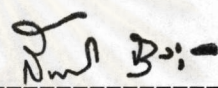
Chulalongkorn University

1996

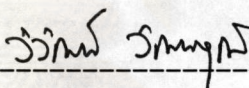
ISBN 974-633-322-4

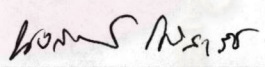
หัวข้อวิทยานิพนธ์ ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์
โดย นาย นิमित จันทร์ดี
ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์
อาจารย์ที่ปรึกษา อาจารย์ นงลักษณ์ โควาวิสารัช

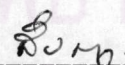
บัณฑิตวิทยาลัย จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย อนุมัติให้รับวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาโทบัณฑิต

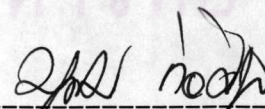

----- คณบดีบัณฑิตวิทยาลัย
(รองศาสตราจารย์ ดร. สันติ กุสุวรรณ)

คณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์


----- ประธานกรรมการ
(อาจารย์ วิวัฒน์ วัฒนาวุฒิ)


----- อาจารย์ที่ปรึกษา
(อาจารย์ นงลักษณ์ โควาวิสารัช)


----- กรรมการ
(อาจารย์ ดร. สืบสกุล พิภพมงคล)


----- กรรมการ
(อาจารย์ ดร. บุญเสริม กิจศิริกุล)

พิมพ์ต้นฉบับบทคัดย่อวิทยานิพนธ์ภายในกรอบสี่เหลี่ยมนี้เพียงแผ่นเดียว

นิมิต จันทรดี : ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์
(A SCANNER-BASED MULTIPLE-CHOICE MARK RECOGNITION SYSTEM)

อ. ที่ปรึกษา : อ. นงลักษณ์ โควาวิสารัช, 110 หน้า. ISBN 974-633-322-4

จุดมุ่งหมายของการวิจัยในครั้งนี้คือศึกษาค้นคว้าและจัดสร้างต้นแบบระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์

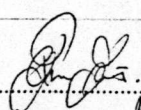
ระบบซอฟต์แวร์ต้นแบบของ ระบบการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่องสแกนเนอร์ได้ออกแบบและพัฒนาเพื่อที่จะทำการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบ 4 รูปแบบคือ ภาพเครื่องหมายกากบาท ภาพเครื่องหมายถูก ภาพเครื่องหมายวงกลม และภาพเครื่องหมายวงกลมทึบ การรู้จำที่ใช้ในงานวิจัยประกอบไปด้วย 2 วิธีการ โดยในขั้นแรกระบบจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลลักษณะสำคัญของภาพเครื่องหมาย ถ้าผลของการวิเคราะห์ข้อมูลเป็นไปตามข้อกำหนดที่ได้เรียนรู้ไว้ ระบบจะทำการวิเคราะห์ข้อมูลในส่วนที่นอกเหนือจากส่วนลักษณะสำคัญของภาพเครื่องหมายเพื่อเป็นการยืนยันผลการรู้จำ เทคนิคของการรู้จำที่ใช้ในงานวิจัยนี้เป็นการรู้จำแบบใช้ค่าทางสถิติ ซึ่งค่าทางสถิติที่นำมาเรียนรู้ได้แก่ ค่าอัตราส่วนของเส้นรอบวงเปรียบเทียบกับพื้นที่ของวงกลม และค่าความแตกต่างของตำแหน่งของจุดภาพเครื่องหมายเปรียบเทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ

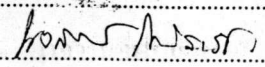
ในการวิจัยได้นำข้อมูลภาพเครื่องหมายกากบาทจำนวน 900 เครื่องหมาย ภาพเครื่องหมายถูกจำนวน 167 เครื่องหมาย ภาพเครื่องหมายวงกลมจำนวน 850 เครื่องหมาย และภาพเครื่องหมายวงกลมทึบจำนวน 225 เครื่องหมาย มาทำการทดสอบซึ่งระบบสามารถรู้จำได้ อัตราร้อยละ 97.44, 89.22, 93.29, และ 9.11 ตามลำดับ โดยมีค่าเฉลี่ยในการรู้จำได้ในอัตราร้อยละ 95.97

ภาควิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....

สาขาวิชา วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....

ปีการศึกษา ..2538.....

ลายมือชื่อนิมิต 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา 

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม

C417588 : MAJOR COMPUTER SCIENCE
KEY WORD:

MARK RECOGNITION

NIMIT JUNDOUNG : A SCANNER-BASED MULTIPLE-CHOICE MARK RECOGNITION
SYSTEM. THESIS ADVISOR : NONGLUK COVAVISARUCH. 110 pp. ISBN 974-633-322-4

The objective of this research is to study and to develop a prototype of a scanner-base multiple-choice recognition system.

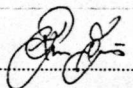
The software prototype of a scanner-base multiple-choice recognition system was designed and developed to recognize 4 types of marks: cross sign, check sign, circle sign, and darkened-circle sign. The recognition used in this research consists of 2 approaches. Firstly, the system checks whether the sign possesses the right characteristic. If it passes the test, then the system must check whether it possesses the wrong characteristic to confirm the recognition result. The recognition technique in this research is statistic recognition whose value are gained by learning from the sign-features. The statistic values are the sign's area-to-perimeter ratio, and the error distance of the signs and their mathematical models.


In this research, 900 cross signs, 167 check signs, 850 circle signs and 225 darkened-circle signs were tested. The recognition rates were 97.44%, 89.22%, 93.29% and 99.11% respectively. Hence, the system recognition rate is 95.97%.

ภาควิชา.....วิศวกรรมคอมพิวเตอร์.....

สาขาวิชา.....วิทยาศาสตร์คอมพิวเตอร์.....

ปีการศึกษา.....2538.....

ลายมือชื่อนิสิต.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา.....

ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษาร่วม.....



กิตติกรรมประกาศ

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้สำเร็จลุล่วงไปได้ ด้วยความช่วยเหลือและคำแนะนำอย่างดียิ่งของ อาจารย์ นางลัดดงษ์ โควาวิสารัช อาจารย์ที่ปรึกษาวิทยานิพนธ์ ซึ่งท่านได้กรุณาสละเวลาให้คำแนะนำ และข้อคิดเห็นที่เป็นประโยชน์ต่อการวิจัย รวมทั้งสนับสนุนด้านเอกสารที่ประกอบการค้นคว้าต่างๆ นอกจากนี้ยังมีท่านคณะกรรมการที่ช่วยตรวจสอบ และให้คำแนะนำเพื่อปรับปรุงวิทยานิพนธ์นี้ให้ถูกต้องสมบูรณ์ยิ่งขึ้น ผู้ทำการวิจัยจึงขอกราบขอบพระคุณในความกรุณาเป็นอย่างสูง

ขอขอบคุณ บริษัท เอ็นเอสไอเลคทรอนิกส์กรุงเทพ จำกัด คุณไพศาล เต็งรังสรรค์ คุณศุภรัตน์ ลีลาธรรม ที่ให้การสนับสนุน อุปกรณ์เครื่องคอมพิวเตอร์ เครื่องสแกนเนอร์ เครื่องพิมพ์ เลเซอร์ ระบบซอฟต์แวร์ และคำแนะนำการใช้ซอฟต์แวร์ที่ใช้ในงานวิจัย ขอขอบคุณ คุณพัชรภรณ์ คนแรง เจ้าหน้าที่ห้องสมุดภาควิชาคอมพิวเตอร์ที่อำนวยความสะดวกในการค้นเอกสาร

ท้ายนี้ผู้วิจัยใคร่ขอขอบพระคุณ บิดา-มารดา ซึ่งช่วยสนับสนุนด้านการเงิน คอยให้กำลังใจ และให้ความช่วยเหลือแก่ผู้วิจัยเสมอมาจนสำเร็จการศึกษา

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญ

	หน้า
บทคัดย่อภาษาไทย.....	ง
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ.....	จ
กิตติกรรมประกาศ.....	ฉ
สารบัญ.....	ช
สารบัญตาราง.....	ญ
สารบัญภาพ.....	ฎ
บทที่	
1. บทนำ.....	1
1.1 ความเป็นมาและความสำคัญของปัญหา.....	1
1.2 วัตถุประสงค์ของการศึกษาวิจัย.....	2
1.3 ขอบเขตการวิจัย.....	2
1.4 ประโยชน์ที่จะได้รับ.....	3
2. แนวคิดและทฤษฎี.....	4
2.1 การรู้จำภาพเครื่องหมาย.....	4
2.2 ขั้นตอนการรู้จำภาพเครื่องหมาย.....	5
2.3 การแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลตามความเข้มแสงของภาพ.....	12
2.4 การหมุนภาพดิจิทัล.....	14
2.5 การวิเคราะห์เพื่อหาจุดภาพที่เป็นส่วนประกอบของภาพเส้นตรงใด ๆ	15
2.6 การวิจัยที่เกี่ยวข้อง.....	17
3. การออกแบบและพัฒนาระบบ.....	18
3.1 การออกแบบ.....	18
3.2 การนำเข้าข้อมูลภาพเครื่องหมายแบบดิจิทัล.....	20
3.3 การปรับปรุงข้อมูลภาพกระดาษคำตอบ.....	21
3.3.1 การแบ่งแยกกลุ่มข้อมูลภาพและกำจัดสัญญาณรบกวน.....	21
3.3.2 การแก้ไขความเอียงของภาพกระดาษคำตอบ.....	23
3.3.3 การตรวจสอบการกลับทิศทางของภาพกระดาษคำตอบ.....	26

	หน้า
3.3.4 การค้นหาขอบของภาพเครื่องหมาย.....	26
3.4 การวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของภาพเครื่องหมายที่สร้างจากเส้นตรง.....	28
3.4.1 การวิเคราะห์หาค่าความเอียงของเส้นภาพเครื่องหมาย.....	28
3.4.2 การค้นหาตำแหน่งจุดภาพที่เป็นส่วนประกอบของเครื่องหมาย.....	28
3.4.3 การวิเคราะห์ส่วนจุดภาพที่นอกเหนือจากภาพเครื่องหมาย.....	32
3.4.4 การวิเคราะห์ภาพเครื่องหมายกากบาท.....	34
3.4.5 การวิเคราะห์ภาพเครื่องหมายถูก.....	38
3.5 การวิเคราะห์ลักษณะสำคัญของภาพเครื่องหมายที่เกิดจากเส้นโค้ง.....	40
3.5.1 การหาค่าระยะของเส้นรอบวงของภาพเครื่องหมายวงกลม.....	40
3.5.2 การหาพื้นที่ภายในของภาพเครื่องหมาย.....	41
3.5.3 การหาตำแหน่งจุดภาพเครื่องหมายวงกลมเทียบกับค่าที่ได้จากการ คำนวณ.....	43
3.5.4 การวิเคราะห์ภาพเครื่องหมายวงกลมรอบอักษรตัวเลือกคำตอบ.....	45
3.5.5 การวิเคราะห์ภาพเครื่องหมายวงกลมทึบ.....	46
3.6 การให้ผลลัพธ์ของการรู้จำเครื่องหมายคำตอบ.....	48
3.7 การออกแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ.....	49
4. ผลการวิจัย.....	56
4.1 ขั้นตอนการทดสอบ.....	56
4.2 ตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	57
4.3 ผลการวิจัย.....	59
4.3.1 อุปกรณ์ที่ใช้ในการวิจัย.....	59
4.3.2 จำนวนภาพเครื่องหมายที่ใช้ในการวิจัย.....	60
4.3.3 ค่าลักษณะที่วัดได้จากข้อมูลตัวอย่าง.....	60
4.3.4 ผลการรู้จำภาพเครื่องหมาย.....	64
4.4 วิเคราะห์ผลการวิจัย.....	67
5. สรุปผลการวิจัยและข้อเสนอแนะ.....	69
5.1 สรุปผลการวิจัย.....	69

	หน้า
5.2 สรุปแนวทางการวิจัย.....	70
5.3 ปัญหาของการวิจัย.....	72
5.4 ข้อเสนอแนะ.....	73
รายการอ้างอิง.....	75
ภาคผนวก.....	76
- เพิ่มข้อมูลภาพแบบพีซีเอกซ์.....	77
- การสืบค้นข้อมูลบนระบบเครือข่ายอินเทอร์เน็ต.....	84
- การใช้งานโปรแกรมการรู้จำเครื่องหมายคำตอบแบบปรนัยด้วยข้อมูลจากเครื่อง สแกนเนอร์.....	87
- ข้อมูลที่ทำการเก็บตัวอย่างเพื่อทำการเรียนรู้.....	90
- ตัวอย่างภาพกระดาษคำตอบที่นำมาทำการทดสอบ.....	106
ประวัติผู้เขียน.....	110

ศูนย์วิทยทรัพยากร
จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

สารบัญตาราง

	หน้า
ตารางที่ 2.1 ค่าตัวอย่างการคำนวณจุดแบ่งของข้อมูลภาพ.....	14
ตารางที่ 4.1 แสดงจำนวนเครื่องหมายตัวอย่างที่ใช้ในการวิจัย.....	60
ตารางที่ 4.2 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายกากบาท.....	60
ตารางที่ 4.3 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายถูก.....	61
ตารางที่ 4.4 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายวงกลม.....	62
ตารางที่ 4.5 แสดงค่าลักษณะสำคัญของเครื่องหมายวงกลมทึบ.....	63
ตารางที่ 4.6 แสดงจำนวนเครื่องหมายตัวอย่างที่ใช้ทดสอบผลการวิจัย.....	64
ตารางที่ 4.7 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบกากบาท.....	65
ตารางที่ 4.8 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายถูก.....	65
ตารางที่ 4.9 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลม.....	66
ตารางที่ 4.10 แสดงผลการรู้จำภาพเครื่องหมายคำตอบแบบเครื่องหมายวงกลมทึบ.....	66
ตารางที่ 4.11 แสดงผลสรุปการรู้จำภาพเครื่องหมายในรูปแบบอัตราร้อยละ.....	67
ตารางที่ ก.1 แสดงส่วนหัวของแฟ้มข้อมูลภาพแบบพีซีเอ็กซ์.....	77
ตารางที่ ก.1 แสดงลักษณะการเก็บข้อมูลภาพของแฟ้มข้อมูลแบบพีซีเอ็กซ์.....	79

สารบัญภาพ

	หน้า
รูปที่ 2.1 ผังการทำงานของกรรฐัจำภาพเครื่องหมาย.....	5
รูปที่ 2.2 ค่าตัวเลขของรหัสลูกโซ่.....	7
รูปที่ 2.3 รหัสลูกโซ่แบบ 8 ทิศทางของภาพเครื่องหมายกากบาท.....	8
รูปที่ 2.4 แสดงพื้นที่ช่องว่างที่ต้องการตรวจสอบส่วนที่นอกเหนือจากส่วนประกอบภาพ..	11
รูปที่ 3.1 แสดงผังการทำงานของระบบตรวจเครื่องหมายคำตอบ.....	19
รูปที่ 3.2 การปรับปรุงข้อมูลภาพกระดาษคำตอบ.....	21
รูปที่ 3.3 ขั้นตอนการหาค่าขีดแบ่งของกลุ่มข้อมูลจุดภาพตามวิธีของ Otsu 1979.....	22
รูปที่ 3.4 เส้นกรอบมุมของกระดาษคำตอบ.....	23
รูปที่ 3.5 ระยะความยาวของเส้นกรอบมุมและเส้นแนวสแกน.....	24
รูปที่ 3.6 เปรียบเทียบผลการหมุนภาพเครื่องหมายกากบาทในกระดาษคำตอบ.....	24
รูปที่ 3.7 ขั้นตอนการปรับหมุนภาพกระดาษคำตอบ.....	25
รูปที่ 3.8 การค้นหาตำแหน่งจุดข้อมูลภาพที่เป็นขอบของภาพเครื่องหมาย.....	26
รูปที่ 3.9 ผังการทำงานของการค้นหาตำแหน่งขอบภาพ.....	27
รูปที่ 3.10 จุดภาพที่เป็นส่วนประกอบของเส้นตรงในระนาบ XY.....	29
รูปที่ 3.11 ขั้นตอนการหาตำแหน่งจุดตั้งต้นจุดปลายและส่วนประกอบของเส้นตรง แบบเอียงด้านซ้าย.....	30
รูปที่ 3.12 ขั้นตอนการหาตำแหน่งจุดตั้งต้นจุดปลายและส่วนประกอบของเส้นตรง แบบเอียงด้านขวา.....	31
รูปที่ 3.13 ผังขั้นตอนในการลบข้อมูลภาพกระดาษคำตอบว่างกับกระดาษคำตอบที่ทำกร วิเคราะห์เพื่อการรู้จำ.....	33
รูปที่ 3.14 การลบภาพเครื่องหมายที่ต้องการวิเคราะห์กับข้อมูลที่ได้จากการคำนวณ.....	34
รูปที่ 3.15 แสดงตำแหน่งจุดปลายของเส้นตรงที่ได้จากการคำนวณ.....	36
รูปที่ 3.16 แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งจุดภาพของเครื่องหมายกากบาท.....	37
รูปที่ 3.17 แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งจุดภาพของเครื่องหมายกากบาท.....	39
รูปที่ 3.18 การหาค่าระยะเส้นรอบวงของภาพเครื่องหมายคำตอบแบบวงกลมล้อมรอบ อักษรตัวเลือกคำตอบ.....	40

	หน้า
รูปที่ 3.19 การหาพื้นที่ของภาพเครื่องหมาย.....	41
รูปที่ 3.20 ผังขั้นตอนการหาพื้นที่ภายในของภาพเครื่องหมาย.....	42
รูปที่ 3.21 เปรียบเทียบตำแหน่งจุดภาพของวงกลมกับค่าที่ได้จากการคำนวณ.....	43
รูปที่ 3.22 ผังขั้นตอนการหาค่าผิดพลาดของตำแหน่งจุดภาพของเครื่องหมายวงกลม เทียบกับค่าที่ได้จากการคำนวณ.....	44
รูปที่ 3.23 แสดงการวิเคราะห์ตำแหน่งจุดภาพเครื่องวงกลมทึบ.....	48
รูปที่ 3.24 รายละเอียดภายในเพิ่มข้อมูลผลลัพธ์ของการรู้จำภาพเครื่องหมาย.....	49
รูปที่ 3.25 ตัวอย่างการออกแบบกระดาษคำตอบ.....	51
รูปที่ 3.26 กระดาษคำตอบในรูปแบบสอบถามความคิดเห็น.....	51
รูปที่ 3.27 ตัวอย่างกระดาษคำตอบสำหรับใช้เครื่องหมายกากบาทที่ใช้ในงานวิจัย(ย่อ15%).....	52
รูปที่ 3.28 ตัวอย่างกระดาษคำตอบสำหรับใช้เครื่องหมายถูกที่ใช้ในงานวิจัย(ย่อ15%).....	53
รูปที่ 3.29 ตัวอย่างกระดาษคำตอบสำหรับใช้เครื่องหมายวงกลมที่ใช้ในงานวิจัย(ย่อ15%).....	54
รูปที่ 3.30 ตัวอย่างกระดาษคำตอบสำหรับใช้เครื่องหมายวงกลมทึบที่ใช้ในงานวิจัย (ย่อ15%).....	55
รูปที่ ก.1 ผังงานแสดงการถอดรหัสข้อมูลภาพ 1 บรรทัดของการกวาดตรวจของเพิ่ม ข้อมูลแบบพีซีเอ็กซ์.....	75
รูปที่ ก.2 ตัวอย่างข้อมูลภายในเพิ่มข้อมูลแบบพีซีเอ็กซ์.....	78
รูปที่ ข.1 การสืบค้นข้อมูลในระบบอินเทอร์เน็ต.....	80
รูปที่ ค.1 แสดงภาพการใช้งานระบบรู้จำเครื่องหมายคำตอบในการอ่านข้อมูลอ้างอิง.....	88
รูปที่ ค.2 แสดงภาพการใช้งานระบบรู้จำเครื่องหมายคำตอบในการกำหนดชนิด เครื่องหมาย.....	88
รูปที่ ค.3 แสดงภาพการใช้งานระบบรู้จำเครื่องหมายคำตอบในการอ่านข้อมูลที่ ต้องการรู้จำ.....	89
รูปที่ ค.4 แสดงภาพของผลลัพธ์ของระบบรู้จำเครื่องหมายคำตอบที่ทำการรู้จำได้.....	89
รูปที่ ง.1 - ง.16 แสดงภาพเครื่องหมายตัวอย่างที่นำมาเรียนรู้.....	90
รูปที่ จ.1 - จ.4 แสดงตัวอย่างภาพเครื่องหมายคำตอบที่นำมาทดสอบในงานวิจัย.....	106