Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

หัวข้อวิทยานิพนธ์	**ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ**
นักศึกษา	**นายกฤษณะ ชินสาร**
อาจารย์ผู้ควบคุมวิทยานิพนธ์	**ผู้ช่วยศาสตรจารย์ ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี**
ระดับการศึกษา	**วิทยาศาสตรมหาบัณฑิต สาขาวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ**
ภาควิชา	**คณิตศาสตร์และวิทยาการคอมพิวเตอร์**
	คณะวิทยาศาสตร์ สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้า-เจ้าคุณทหารลาดกระบัง
พ.ศ.	**2540**

บทคัดย่อ

วิทยานิพนธ์นี้นำเสนอระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพเป็นพื้นฐาน โดยระบบงานนี้จะเป็นการพัฒนาให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับสแกนเนอร์ ขั้นตอนการประมวลผลเริ่มจากภาพเอกสารสองระดับจากเครื่องสแกนเนอร์ จากนั้นสร้างโปรแกรมเพื่อการประมวลผลภาพ ซึ่งแบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกการประมวลผลขั้นต้นประกอบด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวนและการแก้ความเอียงของหน้าเอกสาร ขั้นตอนที่สองเป็นการประมวลผลเพื่อการตรวจข้อสอบ แบ่งการประมวลผลออกเป็น 3 ขั้นตอนย่อย ดังนี้ ขั้นตอนแรกการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบแล้วจัดเก็บลงในฟอร์มไลบรารี โดยกำหนดให้ใช้เส้นตรงในแนวนอนเป็นพารามิเตอร์สำหรับการแยกประเภทของแบบฟอร์ม ส่วนตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลจะหาจากจุดตัดกันของเส้นตรงในแนวตั้งและแนวนอน ขั้นตอนที่ 2 การสร้างฐานข้อมูลส่วนผลเฉลยคำตอบ โดยฐานข้อมูลจะเป็นลิสต์ของตำแหน่งวงกลมที่มีจำนวนจุดภาพดำสูงสุดของข้อสอบแต่ละข้อ ขั้นตอนสุดท้ายเป็นการตรวจคำตอบ ขั้นตอนนี้จะเป็นการเปรียบเทียบถึงตำแหน่งของวงกลมที่มีจำนวนจุดภาพดำสูงสุดระหว่างลิสต์ในขั้นตอนที่ 2 กับลิสต์ของอินพุตฟอร์ม จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ต้นแบบของระบบการตรวจข้อสอบปรนัยที่สามารถตรวจข้อสอบด้วยความรวดเร็ว ถูกต้อง ยืดหยุ่น และมีประสิทธิภาพ กล่าวคือระบบนี้สามารถใช้งานกับข้อสอบปรนัยที่มีการทำข้อสอบได้หลายรูปแบบ และสามารถใช้งานกับกระดาษคำตอบได้หลายประเภท

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

Thesis Title	**An Automatic Multiple Choice Checking System**
Student	**Mr. Krisana Chinnasarn**
Thesis Advisor	**Asst. Prof. Dr. Yuttapong Rangsanseri**
Level Of Study	**Master of Science in Computer Science and Information Technology**
Department	**Mathematics and Computer Science, Faculty of Science King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang**
Year	**1997**

ABSTRACT

In this thesis, an image-processing oriented multiple choice checking system is developed based on PC-typed microcomputer connecting to a flatbed scanner. The input of the system is an binary image from the scanner by mean of threshold. This system is classified into 2 steps. First, Noise Reduction and Skew Detection are processed for preprocessing step. Second, the multiple choice checking is processed. There are 3 substeps. To start with, Model of form is constructed, and stored to form library. Horizontal lines are used for classify a form document and cross-lines are located to form rectangular area. The next step, correct answer database for each subject is created. The number of black pixels for each circle in each answer block are counted, and selected the maximum position stored to list of correct answer database. Finally, multiple choice checking step, it is the comparision choice marking position between list of correct answer database and input form document. From this thesis, we obtained an efficient and flexible multiple choice checking system. Such a system can support many styles of choice marking, and also varity of answer sheets.

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

กิตติกรรมประกาศ

ขอกราบขอบพระคุณ ผู้ช่วยศาสตราจารย์ ดร. ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี อาจารย์ที่ปรึกษาที่ได้กรุณาให้ปรึกษาและแนะนำในด้านการศึกษาและการวิจัย รวมทั้งการเรียบเรียงวิทยานิพนธ์ จนทำให้วิทยานิพนธ์นี้สำเร็จลุล่วงไปได้ด้วยดี

ขอกราบขอบพระคุณ ดร.ปัญญา ฐิติมัฌชิมา ที่กรุณาให้คำปรึกษาและแนะนำในด้านการศึกษาและการวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้องกับวิทยานิพนธ์

ขอขอบพระคุณคณะกรรมการสอบวิทยานิพนธ์ทุกท่าน ที่กรุณาช่วยแก้ไขวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ให้สมบูรณ์ยิ่งขึ้น

ขอขอบคุณ มหาวิทยาลัยบูรพาที่กรุณาให้ทุนการศึกษา ทุนโครงการพัฒนาผู้มีความสามารถพิเศษเพื่อเป็นอาจารย์

ขอขอบคุณ บัณฑิตวิทยาลัย สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง ที่มอบทุนอุดหนุนการทำวิทยานิพนธ์

ขอขอบคุณ พี่แจ้ พี่หนิง คุณจุ๋ม คุณรักษ์ คุณเหน่ง คุณนะ คุณต้น คุณเอ๋ คุณเอก คุณสมิทธ์ คุณเกรียง คุณนเรศ น้องป้อม น้องก้อย คุณอุ้ม โป้ง ณัฐ พนธ์ โชค เสือ เล็ก รวมทั้งเพื่อนๆ หลักสูตรวิทยาการคอมพิวเตอร์และเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ช่วยเหลือและให้กำลังใจมาตลอด

ขอขอบคุณ คุณบุญช่วย ชาติทอง และ คุณติ๊ก คณะเทคโนโลยีสารสนเทศ ที่ให้ความช่วยเหลือและประสานงานด้วยดีตลอดมา

ขอขอบคุณ พี่มานิต น้องอ๋อย น้องนาง และพี่น้องต้นตระกูล "เหมพลชม" และ "ชินสาร" ทุกท่าน ที่ให้กำลังใจและสนับสนุนตลอดมา

สุดท้ายขอกราบขอบพระคุณ คุณพ่อ คุณแม่ ที่คอยให้กำลังใจรวมทั้งให้ความช่วยเหลือทางด้านทุนทรัพย์ตลอดมา จึงขอกราบขอบพระคุณอย่างสูง

คุณค่าและประโยชน์อันพึงมีจากวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ผู้วิจัยขอมอบแด่ผู้มีพระคุณทุกท่าน

กฤษณะ ชินสาร

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อภาษาไทย..... I
บทคัดย่อภาษาอังกฤษ..... II
กิตติกรรมประกาศ..... III
สารบัญ..... IV
สารบัญตาราง..... VII
สารบัญภาพ..... VIII
บทที่
1. บทนำ..... 1
ที่มาของงานวิจัย..... 1
แนวทางการพัฒนา..... 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย..... 6
ขอบเขตของวิทยานิพนธ์..... 6
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ..... 6
เนื้อหาของวิทยานิพนธ์..... 7
2. การประมวลผลขั้นต้น..... 8
การกำจัดสัญญาณรบกวน..... 8
การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้มอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์..... 9
การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้อัลกอริธึมของ kFill..... 14
ผลการทดลอง..... 19
สรุปการกำจัดสัญญาณรบกวน..... 28
การประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร..... 28
การหาตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายของบรรทัดข้อมูลภาพ..... 29
การแบ่งจุดภาพดำออกเป็นกลุ่มของบรรทัดตัวหนังสือ..... 31
การประมาณเส้นตรงโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด
(Least Square Method : LSM) 32

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

การหมุนภาพเอกสารกลับ..... 34

ผลการทดลอง..... 38

สรุป..... 39

3 การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ..... 40

การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ..... 41

การจำแนกประเภทแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ..... 42

การกำหนดขอบเขตฟิลด์ข้อมูล..... 46

โมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ..... 50

หลักการโปรเจคชั่น..... 51

โมเดลของฟิลด์รหัสวิชา..... 51

โมเดลของฟิลด์รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ..... 52

โมเดลของฟิลด์คำตอบ..... 53

ผลการทดลอง..... 58

ฟอร์มไลบรารี..... 67

สรุป..... 72

4. การสร้างฐานข้อมูลส่วนผลเฉลยคำตอบ..... 73

การวิเคราะห์หารหัสวิชา..... 75

การสร้างฐานข้อมูลส่วนผลเฉลยคำตอบ..... 77

ผลการทดลอง..... 79

ข้อมูลในฐานข้อมูลส่วนผลเฉลยคำตอบ..... 83

สรุป..... 83

5. การตรวจข้อสอบ..... 84

การหารหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ..... 86

การสร้างลิสต์ตัวเลือกคำตอบ..... 88

การตรวจนับคะแนน..... 89

ผลการทดลอง..... 90

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญ (ต่อ)

บทที่ หน้า

สรุป..... 94

6. ระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ..... 95

ส่วนฮาร์ดแวร์..... 97

เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์..... 97

เครื่องสแกนเนอร์..... 97

ส่วนซอฟท์แวร์..... 97

การควบคุมสแกนเนอร์..... 97

การประมวลผล..... 98

ผลการทดลอง..... 103

สรุป..... 105

7. สรุปผลและข้อเสนอแนะ..... 106

ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ..... 107

บรรณานุกรม..... 108

ภาคผนวก..... 110

แบบฟอร์มกระดาษคำตอบข้อสอบปรนัย..... 111

คุณสมบัติของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ..... 114

ประวัติผู้เขียน..... 115

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญตาราง

ตารางที่		หน้า
1	ค่าตำแหน่งจุดดำทางซ้ายของบรรทัดข้อมูลภาพที่เก็บบนเวคเตอร์ V[i]	31
2	ตำแหน่งจุดภาพในแต่ละบรรทัดตัวอักษร	32
3	ผลการทดลองการประมาณค่าความเอียง	39
4	ตำแหน่งและรูปแบบการตัดกันของเส้นตรงทั้งหมดที่เป็นไปได้	47
5	ตำแหน่งและรูปแบบการตัดกันของเส้นตรงโดยการหารูปแบบการตัดกัน เพียง 4 รูปแบบแรก	48
6	ตำแหน่งและรูปแบบการตัดกันของเส้นตรงสองเส้นเมื่อผ่านความสัมพันธ์ ในอัลกอริธึม 6	49
7	เส้นตรงที่หาได้จากแบบฟอร์ม	58
8	ตำแหน่งและรูปแบบการตัดกันของเส้นตรงทั้งหมดที่เป็นไปได้	60
9	ตำแหน่งของฟิลด์ทั้งหมดที่เป็นไปได้ในแบบฟอร์ม	62
10	ตำแหน่งของฟิลด์ที่ต้องใช้ในระบบตรวจข้อสอบ	64
11	ลิสต์ของตำแหน่งคำตอบในขั้นตอนการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ	66
12	ตำแหน่งเส้นตรงในแนวนอนที่ตรวจจับได้จากภาพผลเฉลยคำตอบ	80
13	จำนวนจุดภาพดำในวงกลมของฟิลด์รหัสวิชาของภาพผลเฉลยคำตอบ	81
14	ลิสต์ของตำแหน่งตำแหน่งผลเฉลยคำตอบวิชา MA0496 บนแบบฟอร์มประเภทที่ 1	82
15	ตำแหน่งเส้นตรงที่ตรวจจับได้จากภาพอินพุตเพื่อตรวจข้อสอบ	91
16	จำนวนจุดภาพดำในวงกลมของฟิลด์รหัสวิชาของภาพอินพุตเพื่อตรวจข้อสอบ	92
17	จำนวนจุดภาพดำในวงกลมของฟิลด์รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบของภาพอินพุต เพื่อตรวจข้อสอบ	92
18	ลิสต์ของตำแหน่งตำแหน่งตัวเลือกคำตอบจากภาพอินพุต	93
19	ผลการตรวจคำตอบวิชา MA0496 ซึ่งทำการสอบโดยนักศึกษารหัส 012345	94
20	เวลาเฉลี่ยและความถูกต้องของการประมวลผล	103

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญภาพ

ภาพที่		หน้า
1	ระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ	2
2	ตัวอย่างภาพเอกสารที่สแกนเข้ามาด้วยรายละเอียดการสแกนต่างกัน	4
3	ตัวอย่างจุดภาพในเมตริกซ์ 2 มิติ	10
4	ตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต A, เซต B และ การไดเลชั่นของเซต A+B	11
5	ตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต *A*, เซต B และ การอีรอชั่นของเซต A-B	12
6	การทำโคลส์ซิงมอร์โพโลยี : (A+B)-B	13
7	การทำโอเพนนิงมอร์โพโลยี (A-B)+B	14
8	จุดภาพที่ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้อัลกอริธึมของ kFill	15
9	ลักษณะการเลือกเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ และภาพผลลัพธ์	17
10	ผลลัพธ์จาก kFill Algorithm เมื่อกำหนดขนาดหน้าต่าง 3 x 3	18
11	สตรักซ์เจอร์อิลิเมนต์	19
12	ภาพเริ่มต้นที่ได้จากการสแกนด้วยความละเอียดการสแกน 75 จุดต่อนิ้ว	20
13	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำอีรอชั่นมอร์โฟโลยี	21
14	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำไดเลชั่นมอร์โฟโลยี	22
15	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำโอเพนนิงมอร์โฟโลยี	23
16	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำโคลสซิงมอร์โฟโลยี	24
17	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ด้วยอัลกอริธึมของ kFill กำหนด k = 3	25
18	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ด้วยอัลกอริธึมของ kFill กำหนด k = 4	26
19	ภาพผลลัพธ์จากการนำภาพที่ 12 ทำการกำจัดสัญญาณรบกวน ด้วยอัลกอริธึมของ kFill กำหนด k = 5	27
20	ตัวอย่างข้อมูลภาพเอกสารที่เกิดความเอียง	30
21	การหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา	35
22	การหมุนภาพทวนเข็มนาฬิกา	36

Copyright: Graduate School, King Mongkut's Institute of Technology Ladkrabang, (1997).

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่		หน้า
23	ขั้นตอนการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ	42
24	ภาพเริ่มต้นที่มีเส้นตรงหนามากกว่าหนึ่งจุดภาพ	45
24	ภาพเอกสารหลังการรวมเส้นตรงที่อยู่ติดกัน	45
26	รูปแบบการตัดกันของเส้นตรง	47
27	การโปรเจคชั่นข้อสอบในแนวนอนและแนวตั้ง	56
28	ตำแหน่งกรอบข้อสอบแต่ละจากการนำความสัมพันธ์ของการโปรเจคชั่น 2 แนวมาโอปะเรชั่นกัน	57
29	เส้นตรงที่แยกออกจากภาพ	59
30	ตำแหน่งจุดตัดในภาพ	61
31	กรอบฟิลด์ข้อมูลทั้งหมดที่เป็นไปได้	63
32	กรอบฟิลด์ข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้ในการตรวจข้อสอบ	65
33	ตำแหน่งเริ่มต้น ตำแหน่งสุดท้าย และจำนวนจุดภาพดำของวงกลมในข้อสอบข้อที่ 1	67
34	ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลส่วนผลเฉลยคำตอบ	74
35	วงกลมขนาด 10 x 10 จุดภาพ	77
36	ภาพแบบฟอร์มข้อสอบประเภทที่ 1 ที่ใช้สำหรับสร้างผลเฉลยคำตอบ	79
37	ขั้นตอนการตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนน	85
38	ภาพอินพุตของแบบฟอร์มกระดาษประเภทที่ 1 เพื่อตรวจข้อสอบ	90
39	โครงสร้างระบบตรวจข้อสอบปรนัย	96
40	ขั้นตอนการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มกระดาษคำตอบ	99
41	ขั้นตอนการสร้างฐานข้อมูลของส่วนผลเฉลยคำตอบ	100
42	ขั้นตอนของการตรวจข้อสอบ	102
43	แบบฟอร์มกระดาษคำตอบข้อสอบปรนัยรูปแบบที่ 1	112
44	แบบฟอร์มกระดาษคำตอบข้อสอบปรนัยรูปแบบที่ 2	113