สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

รายงานการวิจัย

เรื่อง

เครื่องตรวจข้อสอบระดับมืออาชีพ

หัวหน้าโครงการ : ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

ผู้ร่วมวิจัย : นายกฤษณะ ชินสาร

สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

ปีงบประมาณ 2539

RCH
QA
76.76
.D47
ย356ร
เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 27453
วัน, เดือน, ปี 7 พ.ค. 2540
b 10349492

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เครื่องตรวจข้อสอบระดับมืออาชีพ

บทคัดย่อ

ในงานวิจัยนี้เป็นการพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยเป็นการพัฒนาใช้ไมโครคอมพิวเตอร์ร่วมกับเครื่องสแกนเนอร์ ระบบนี้ใช้หลักการของการประมวลผลภาพ (Image-Processing) ที่มีขั้นตอนในการทำงานหลายขั้นตอน เริ่มจากภาพเอกสารสองระดับ (Binary Image) จากเครื่องสแกนเนอร์ หาแนวเส้นตรงของจุดภาพดำในแนวแกนตั้งและแนวแกนนอนบนภาพเอกสาร จากนั้นหาจุดตัดกันของแนวเส้นตรงทั้งสองแนวทุกเส้นที่เป็นไปได้เพื่อกำหนดกรอบข้อมูลสำหรับการประมวลผล จัดแบ่งกรอบข้อมูลออกเป็น 4 ประเภทคือ ส่วนกำหนดเลขประจำตัวผู้เข้าสอบ ส่วนรหัสวิชาสอบ ส่วนคำตอบ และส่วนที่ไม่สนใจพิจารณา ในขั้นตอนการตรวจคำตอบเพื่อหาจำนวนข้อที่ถูก ผู้วิจัยเลือกใช้ค่าความแตกต่างระหว่างจำนวนจุดภาพดำระหว่างภาพต้นแบบกับภาพนำเข้าเพื่อตรวจคำตอบ ผลจากการวิจัยในครั้งนี้จะทำให้ได้โปรแกรมคอมพิวเตอร์ต้นแบบของระบบการตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่มีประสิทธิภาพสูงและมีความยืดหยุ่นในการตรวจข้อสอบ กล่าวคือระบบนี้สามารถใช้งานกับข้อสอบปรนัยที่มีการทำข้อสอบได้หลายรูปแบบ นอกจากนี้ยังสามารถใช้งานกับกระดาษคำตอบได้หลายประเภท

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

A Professional Multiple Choice Checking System

ABSTRACT

In this research, an automatic multiple choice cheching system is developed based on PC-type microcomputer connecting to a flatbed scanner. The system software is image-processing oriented, consists of multiple steps. The input of the system is an binary image from the scanner by mean of threshold. Horizontal and vertical line segments are extracted from the image, and every possibly cross-line are located to form rectangular area. Those area are then classified as either Student Code area, Subject Code Area, Answer Area, or unused area. For the answer checking purpose, the number of black pixels in each answer block is counted, and and difference of those numbers between the input and its corresponding model Is used as decision criterion. Finally, 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.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

หน้า

บทคัดย่อ ..... ก
สารบัญ ..... ค
สารบัญภาพ ..... ง
บทที่
1. บทนำ 1
เรื่องย่อและที่มาของงานวิจัย 1
วัตถุประสงค์ของงานวิจัย 3
ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 3
2. ทฤษฎีเบื้องต้น 4
การประมวลผลก่อน 4
การตรวจข้อสอบด้วยระบบแสง 13
การประมวลผลข้อมูลภาพเอกสาร 13
3. ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ 19
บทนำ 19
การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า 20
การวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา 26
การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา 27
4. ผลการทดลอง 31
5. สรุปผลและข้อเสนอแนะ 45
ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ 45
เอกสารอ้างอิง 47

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ

ภาพที่ หน้า

1. แสดงตำแหน่งจุดภาพของเซต A บนสเปซ 2 มิติ 5
2. แสดงตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต A , เซต B และ เซตของการ Dilation (A+B) 6
3. แสดงตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต A , เซต B และ เซตของการ Erosion (A-B) 7
4. แสดงผลลัพธ์จาก kFill Algorithm เมื่อกำหนดขนาดหน้าต่าง 3 x 3 9
5. แสดงขั้นตอนในการหาตำแหน่งจุดดำทางซ้ายของแต่ละบรรทัดภาพเอกสาร 10
6. ตัวอย่างภาพเอกสารที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ 11
7. แสดงขั้นตอนการทำงานของการประมวลผลแบบฟอร์ม 14
8. แสดงรูปแบบของการตัดกันของเส้นตรงสองเส้น 16
9. เงื่อนไขของการสร้างจุดมุมที่เหลืออีก 5 ประเภท 17
10. เงื่อนไขของมุมที่เป็นไปได้ของแต่ละกรอบข้อมูล 17
11. แสดงลักษณะของการตัดกันของเส้นตรงทำให้เกิดกรอบข้อมูล 17
12. a) การโปรเจคชั่นตามแกนตั้ง, b.) การโปรเจคชั่นตามแกนนอน 18
13. แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า 19
14. แสดงขั้นตอนในการทำปรับปรุงคุณภาพเอกสารก่อนการประมวลผลจริง 21
15. แสดงขั้นตอนการจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงในแนวแกนตั้ง และแกนนอน 22
16. แสดงขั้นตอนการกำหนดขอบเขตข้อมูล 23
17. แบบฟอร์มข้อสอบแบบปรนัย 24
18. a) การโปรเจคชั้นคำตอบในแนวแกนนอน, b) การโปรเจคชั้นในแนวแกนตั้ง 26
19. แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา 27
20. แสดงขั้นตอนการจำแนกประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามา 28
21. แสดงขั้นตอนการตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคน ในแต่ละรายวิชา 29
22. แสดงขั้นตอนการตรวจนับคะแนน 30
23. แบบฟอร์มข้อสอบปรนัย 32
24. แนวเส้นตรงที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม 33

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญภาพ (ต่อ)

ภาพที่ หน้า

25. กรอบข้อมูลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดที่โปรแกรมหาได้ 34
26. กรอบข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานจริงสำหรับการตรวจข้อสอบ 35
27. ฮีสโตแกรมของกรอบข้อมูลรหัสวิชา
และรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบจากแบบฟอร์มเปล่า 36
28. ฮีสโตแกรมของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มเปล่า 37
29. ภาพเอกสารของคำตอบที่ถูกต้องของวิชา MA0496 38
30. ฮีสโตแกรมของรหัสวิชาเปรียบเทียบระหว่างส่วนต้นแบบ (a) กับส่วนอินพุต (b) 39
31. ฮีสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มอินพุต 40
32. ภาพเอกสารตัวเลือกคำตอบวิชา MA0496 ของผู้เข้าสอบรหัส 372502 41
33. ฮีสโตแกรมของรหัสวิชา
และรหัสผู้เข้าสอบเปรียบเทียบระหว่างส่วนต้นแบบ (a) กับส่วนอินพุต (b) 42
34. ฮีสโตแกรมของคำตอบที่ถูกเลือกของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มอินพุต 43
35. แสดงข้อสอบที่โปรแกรมตรวจวิเคราะห์แล้วปรากฏว่าไม่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง 44

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1

บทนำ

เรื่องย่อและที่มาของงานวิจัย

การตรวจข้อสอบปรนัยโดยเครื่องตรวจข้อสอบระบบแสง (Optical Mark Reader : OMR) กำลังเป็นที่นิยมใช้อย่างมากในปัจจุบัน ทั้งนี้เพราะเครื่องตรวจข้อสอบแสงระบบสามารถตรวจข้อสอบได้ด้วยความรวดเร็ว และมีถูกต้องสูง ซึ่งการตรวจข้อสอบด้วยวิธีนี้จะเป็นการทำข้อสอบแบบระบายเต็มรอบวงกลม บนกระดาษคำตอบที่เตรียมไว้โดยเฉพาะ ด้วยดินสอขนาดความเข้ม 2B หรือมากกว่า แต่เครื่องตรวจข้อสอบระบบแสง จะไม่สามารถตรวจข้อประเภทกากบาททับข้อที่ถูกต้องได้ ทั้งนี้เพราะการกากบาทของผู้สอบแต่ละคนขนาดจะไม่เท่ากัน (ซึ่งจะไม่เหมือนกับการระบายเต็มรอบวงกลมที่ขนาดของการระบายของทุกคนจะต้องมีขนาดเท่ากัน) จึงถือว่าเครื่องตรวจข้อสอบระบบแสงยังไม่มีความยืดหยุ่นในการทำงานจริงเท่าที่ควร ดังนั้นเราจึงควรหาเครื่องมืออย่างอื่นที่สามารถนำไปประยุกต์ใช้ได้กับงานหลาย ๆ อย่างมาใช้แทน และทุกวันนี้เราจะพบว่าระบบคอมพิวเตอร์เข้ามามีบทบาทในชีวิตประจำวันมากขึ้นทั้งนี้เนื่องจากคอมพิวเตอร์มีราคาถูกลงแต่มีประสิทธิภาพในการทำงานสูง ทั้งในด้านความเร็ว ขนาดความจุ การประยุกต์ใช้งานได้หลากหลาย และการเชื่อมโยงติดต่อกับอุปกรณ์ภายนอกได้หลายชนิด อุปกรณ์ภายนอกที่น่าสนใจชนิดหนึ่ง คือ สแกนเนอร์ (Scanner) ที่ใช้หลักการสะท้อนของแสงเพื่อสร้างข้อมูลภาพ (Image File) ผู้วิจัยจึงสนใจพัฒนาระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ โดยการพัฒนาโปรแกรมแปลงข้อมูลภาพจากการ สแกนทางสแกนเนอร์ และวิเคราะห์หาส่วนประกอบต่าง ๆ ในข้อมูลภาพ โดยใช้หลักการประมวลภาพ (Image Processing) จะทำให้เราได้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยที่มีคุณภาพสูง มีความยืดหยุ่นในการตรวจข้อสอบ และมีความน่าเชื่อถือ

การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing) เป็นขั้นตอนที่สำคัญของการประมวลผลภาพ เพราะในภาพเอกสารที่เรานำเข้ามาประมวลผลนั้นอาจมีคุณภาพยังไม่ดีพอที่จะนำไปประมวลผล จึงควรมีการปรับปรุงคุณภาพของเอกสารก่อน ขั้นตอนที่น่าสนใจในการประมวลผลก่อนก็คือ การขจัดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) ในงานวิจัยนี้ผู้วิจัยได้เลือกใช้ kFill ที่จะทำการเติมจุดภาพดำ หรือจุดภาพขาวโดยการพิจารณาร่วมกันระหว่างกลุ่มจุดภาพแกนกลางกับกลุ่มจุดข้างเคียง การประมาณค่าความเอียงของภาพเอกสาร เนื่องจากภาพเอกสารที่ทำการสแกนเข้ามา เราไม่

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สามารถกำหนดให้ภาพเอกสารตั้งตรงในมุมศูนย์องศาเสมอ จึงต้องมีการประมาณค่ามุมเอียงของหน้าเอกสารเพื่อทำการหมุนภาพเอกสารกลับ ซึ่งในงานวิจัยนี้ได้เลือกใช้แนวของจุดภาพดำที่อยู่ซ้ายสุดของแต่ละบรรทัดของภาพ นำมาปรับความเรียบแนวจุดภาพดำโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSM) ก็จะได้เส้นตรงที่เป็นตัวแทนของตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้าย แล้วทำการประมาณค่ามุมเอียงจากสมการปรับความเรียบนั้น

การทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัย จะประกอบด้วย 3 ส่วนใหญ่ ๆ คือ 1.)การสร้างหรือการกำหนดส่วนประกอบแบบฟอร์มแล้วจัดเก็บลงในฟอร์มไลบรารี 2.)การสร้างคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละวิชาในแต่ละชนิดของแบบฟอร์ม และ 3.)การตรวจคำตอบระหว่างส่วนคำตอบต้นแบบกับส่วนคำตอบอินพุต

เนื่องจากแบบฟอร์มข้อสอบมีหลายรูปแบบแตกต่างกัน ทั้งนี้อาจเนื่องจากข้อสอบมาจากหลายสถานที่ ซึ่งแต่ละที่นั้นก็ต้องออกแบบแบบฟอร์มข้อสอบให้เข้ากับความต้องการของหน่วยงานตนเองให้มากที่สุด ดังนั้นการที่เราจะให้คอมพิวเตอร์เข้าใจและสามารถแยกความแตกต่างของแบบฟอร์มที่อินพุตเข้ามาได้เองว่าเป็นแบบฟอร์มประเภทใดย่อมเป็นเรื่องยาก ถ้าไม่มีข้อมูลเบื้องต้นสำหรับช่วยคอมพิวเตอร์ตัดสินใจ ซึ่งในงานวิจัยนี้จะพิจารณาจากจำนวนและขนาดของแนวเส้นตรงในแนวแกนนอน (Horizontal Run) สำหรับแยกความแตกต่างกันของแบบฟอร์มที่อินพุตเข้ามา จากนั้นเป็นขั้นตอนการกำหนดขอบเขตข้อมูล สำหรับการไปอ่านข้อมูลเพื่อการประมวลผลจะใช้การหาจุดตัดของเส้นตรงในแนวแกนตั้งและแกนนอน (Line Crossing Pattern) ที่เกิดขึ้นบนหน้าเอกสาร พิจารณาจุดตัดทั้งหมดร่วมกันเพื่อสร้างเป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า เมื่อได้พื้นที่สี่เหลี่ยมผืนผ้าแล้วโปรแกรมจะติดต่อกับผู้ใช้เพื่อถามผู้ใช้ว่าพื้นที่ส่วนใดต้องใช้ และใช้ทำอะไร สุดท้ายของการทำงานขั้นตอนนี้คือการสร้างฮิสโตแกรมของจุดภาพดำในแต่ละกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่จำเป็นต้องใช้ในการประมวลผลแล้วจัดเก็บไว้ในฟอร์มไลบรารี

การสร้างคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละวิชาในแต่ละชนิดของแบบฟอร์ม เมื่อเรากำหนดส่วนประกอบของแบบฟอร์มแต่ละชนิดเรียบร้อยแล้วจากนี้ไปจะเป็นการประมวลผลของคอมพิวเตอร์เองโดยอัตโนมัติ กล่าวคือในขั้นตอนนี้จะเริ่มจากคอมพิวเตอร์อ่านฟอร์มอินพุตเข้ามา 1 ฟอร์ม ทำการจำแนกว่าจะเป็นฟอร์มประเภทใด จากนั้นหารหัสวิชาของฟอร์มนั้น ๆ ทำการสร้างฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องของรหัสวิชานั้น ๆ แล้วจัดเก็บลงในฟอร์มไลบรารี

ส่วนการตรวจคำตอบระหว่างส่วนคำตอบที่ถูกต้องที่เคยเก็บไว้ กับคำตอบที่อ่านได้จากแฟ้มข้อมูล ก็จะเป็นการทำงานที่เหมือนกับการสร้างคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละวิชาในแต่ละชนิดของแบบฟอร์ม กล่าวคือ จะเป็นการประมวลผลโดยอัตโนมัติของคอมพิวเตอร์เหมือนกัน เริ่มจากคอมพิวเตอร์อ่านฟอร์มอินพุตเข้ามา 1 ฟอร์ม ทำการแยกว่าจะเป็นฟอร์มประเภทใด จากนั้นหา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

รหัสวิชาของฟอร์มนั้น ๆ เมื่อได้รหัสวิชาแล้วทำการอ่านฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องจากฟอร์มไลบรารี จากนั้นจะเป็นการหารหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ แล้วสร้างฮิสโตแกรมของคำตอบที่อ่านเข้ามา ทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมของทั้งสองส่วนเพื่อบอกว่าคำตอบที่อ่านเข้ามาข้อใดถูกข้อใดผิด

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อตรวจข้อสอบปรนัย ที่มีประสิทธิภาพสูง และมีความยืดหยุ่นในการตรวจคำตอบ โดยใช้หลักการการประมวลผลภาพเข้าช่วย แทนการตรวจข้อสอบด้วยระบบแสงเดิมที่ใช้อยู่

2. พัฒนาโปรแกรมต้นแบบสำหรับการตรวจข้อสอบปรนัยตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้

3. เป็นงานวิจัยต้นแบบสำหรับงานวิจัยอย่างอื่นที่ต้องใช้ทฤษฎีพื้นฐานในการวิจัยคล้ายคลึงกัน เช่น การประมวลผลแบบฟอร์ม

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โปรแกรมตรวจข้อสอบที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ได้ในระบบงานจริง มีความถูกต้อง รวดเร็ว ยืดหยุ่น และผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือ

2. เป็นโปรแกรมต้นแบบของการพัฒนาซอฟท์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์ในการตรวจข้อสอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2

ทฤษฎีเบื้องต้น

การประมวลผลขั้นต้น (Preprocessing)

1. การขจัดสัญญาณรบกวน

ข้อมูลภาพที่สแกนเข้ามาเก็บในเครื่องคอมพิวเตอร์ พบว่าบางตำแหน่งหรือบางกลุ่มของข้อมูลภาพจะเป็นกลุ่มข้อมูลที่เราไม่ต้องการ และไม่สนใจที่จะนำมาร่วมในกระบวนการพิจารณาและการประมวลผล กลุ่มข้อมูลภาพเหล่านี้เราจะเรียกว่าสัญญาณรบกวน (Noise) สัญญาณรบกวนที่เกิดขึ้นกับข้อมูลภาพ อาจเกิดจากรอยยับของหน้ากระดาษที่นำมาสแกน รอยเปื้อนหมึกหรือรอยขีดเขียน หรืออาจเกิดจากฟังก์ชั่นในการแปลงจากข้อมูลเชิงอนาลอกไปเป็นข้อมูลเชิงดิจิตอล ดังนั้นก่อนการประมวลผลภาพจริง เราควรหาวิธีในการขจัดหรือลดจำนวนข้อมูลภาพที่ไม่ต้องการนี้ออกไปก่อน

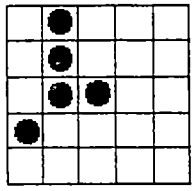
ลักษณะของข้อมูลภาพที่จะเป็นสัญญาณรบกวน (ทั้งประเภทจุดภาพเดียว และกลุ่มของจุดภาพ) จะมีอยู่ 2 แบบ คือ สัญญาณรบกวนประเภทที่เป็นจุดภาพดำไปปรากฏอยู่บนกลุ่มของจุดภาพที่เป็นพื้นหลัง และสัญญาณรบกวนประเภทที่เป็นพื้นหลังที่ไปปรากฏอยู่บนกลุ่มของจุดภาพดำ ซึ่งจะทำให้เกิดช่องว่าง (Hole) บนกลุ่มจุดภาพที่เราสนใจศึกษา

1.1 การขจัดสัญญาณรบกวนโดยการแปลงแบบมอร์โฟโลยี มอร์โฟโลยีทางคณิตศาสตร์ (Mathematical Morphology) คือ การศึกษาพฤติกรรมหรือโครงสร้างของเซตของจุดภาพดำบนข้อมูลภาพโดยการใช้ทฤษฎีเซต ซึ่งรวมถึงการใช้ทฤษฎีเซตสำหรับการแยกส่วนประกอบต่าง ๆ บนข้อมูลภาพ การหาขอบของวัตถุในข้อมูลภาพ การปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ การเพิ่มหรือลดจำนวนจำนวนจุดภาพดำบนข้อมูลภาพ ซึ่งบางครั้งเราจะถือว่าการเพิ่มหรือลดจำนวนจุดภาพดำบนข้อมูลภาพว่าเป็น การขจัดสัญญาณรบกวน

ถ้าข้อมูลภาพที่ต้องการศึกษามีมิติในการทำงานเท่ากับ 2 มิติ กล่าวคือ แต่ละจุดภาพสามารถกำหนดให้อยู่ในรูปความสัมพันธ์ของระบบแกนของ XY-Plane ได้ ซึ่งอาจอธิบายในรูปของเซต เช่น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

$$A = \{(0,1),(1,1),(2,1),(2,2),(3,0)\}$$



A

ภาพที่ 1 แสดงตำแหน่งจุดภาพของเซต A บนสเปซ 2 มิติ

โดยทั่วไปการแปลงแบบมอร์โฟโลยี จะเป็นการเลือกพิจารณาเฉพาะจุดภาพที่เป็นเนื้อข้อมูลจริงที่อยู่บนภาพพื้นหลังของข้อมูลภาพ ซึ่งนั้นก็คือ ถ้าปัจจุบันเรากำลังสนใจพิจารณาข้อมูลภาพ 2 ระดับ (Binary Image) เมื่อเราต้องการใช้การแปลงแบบมอร์โฟโลยี เราจะสนใจพิจารณาเฉพาะกลุ่มของจุดภาพดำซึ่งเราถือว่าเป็นตัวเนื้อข้อมูลเท่านั้น ส่วนกลุ่มของจุดภาพขาวที่เป็นภาพพื้นหลังเราจะข้ามการพิจารณาไป การกระทำที่เราจัดว่าเป็นพื้นฐานของการแปลงแบบมอร์โฟโลยีมีอยู่ 2 อย่างคือ อีรอชั่น (Erosion) และไดเลชั่น (Dilation) โดยทั้งสองการกระทำนี้จะต้องทำควบคู่กันไป

1.1.1 ไดเลชั่น (Dilation) ใช้เครื่องหมาย +เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการศึกษาถึงโครงสร้างของข้อมูลภาพเพื่อทำการเพิ่มจำนวนจุดภาพดำบนข้อมูลภาพโดยใช้การบวกเวคเตอร์ของสมาชิกในเซตระหว่างเซตของจุดภาพดำบนข้อมูลภาพเริ่มต้น กับเซตของสตรักเจอร์อิลิเมนต์ เซตทั้งสองที่จะนำมาทำการไดเลชั่นกันจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ของสมการที่ (2.1)

ถ้ากำหนดให้

A : เป็นเซตของจุดภาพดำบนข้อมูลภาพ

B : Structuring Element

เมื่อ A, B : อยู่บนสเปซ 2 มิติ

$$A + B = \{c \in E^2 | c = a + b;\ \exists a \in A;\ \exists b \in B\} \qquad .....(2.1)$$

เราสามารถกล่าวได้ว่าการทำ Dilation ระหว่างเซต A กับ B จะเป็นการขยายขนาดของกลุ่มจุดภาพดำให้กว้างขึ้น ส่งผลให้ช่องไฟระหว่างกลุ่มจุดดำมีขนาดแคบลง หรือ

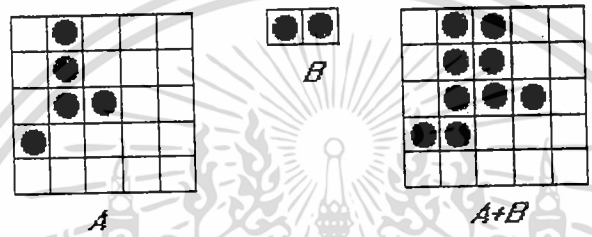
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บางครั้งก็อาจทำให้กลุ่มของจุดภาพดำสองกลุ่มที่อยู่ใกล้ชิดกันเชื่อมติดถึงกันได้ ตัวอย่างของการทำ Dilation ได้แก่

$A = \{(0,1),(1,1),(2,1),(2,2),(3,0)\}$

$B = \{(0,0),(0,1)\}$

$A+B = \{(0,1),(1,1),(2,1),(3,0),(0,2),(1,2),(2,2),(2,3),(3,1)\}$



ภาพที่ 2 แสดงตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต A, เซต B และ เซตของการ Dilation (A+B)

1.1.2 อีรอชั่น (Erosion) ใช้เครื่องหมาย - เป็นสัญลักษณ์ทางคณิตศาสตร์ เป็นการกระทำกับเซตที่ต้องทำควบคู่กับการทำ Dilation โดยการทำ Erosion จะเป็นการศึกษาถึงโครงสร้างของข้อมูลภาพเพื่อทำการลดจำนวนจุดภาพดำบนข้อมูลภาพ โดยใช้การลบเวคเตอร์ของสมาชิกในเซตระหว่างเซตของจุดภาพดำบนข้อมูลภาพเริ่มต้น กับเซตของสตรักเจอร์อิลิเมนต์ โดยเมื่อทำการลดจำนวนจุดภาพดำลงไปแล้วจะไม่ทำให้โครงสร้างเดิมของข้อมูลภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปจากเดิมมากนัก การทำลดจุดภาพดำบนภาพเอกสารจะเป็นไปตามความสัมพันธ์ของสมการที่ (2.2)

$$A - B = \left\{ x \in E^2 | x + b \in A;\ \forall b \in B \right\} \qquad .....(2.2)$$

จากสมการที่ (2.2) ผลของการทำอีรอชั่นระหว่างเซต A กับ B จะทำให้เราได้คำตอบเป็นเซต x อยู่ในสเปซ 2 มิติ โดยสมาชิกทุกตัวของเซต x จะต้องเป็นซับเซตของ A

นอกจากการอีรอชั่นจะเป็นการลดจำนวนของจุดภาพดำบนข้อมูลภาพแล้ว การอีรอชั่นยังจะทำให้ขนาดของช่องไฟระหว่างกลุ่มของจุดภาพดำแต่ละกลุ่มมีขนาดใหญ่มากขึ้น นั้นคือกลุ่มของจุดภาพดำแต่ละกลุ่มจะแยกจากกันอย่างชัดเจน เมื่อแยกกลุ่มของจุดภาพดำได้ก็จะสามารถนำกลุ่มของจุดภาพดำนั้นไปใช้ในงานวิจัยแขนงอื่น เช่น การรู้จำตัวอักษร แต่ในงานวิจัยฉบับนี้จะไม่กล่าวถึงการแยกกลุ่มของจุดภาพดำ นอกจากนั้นถ้ากลุ่มของจุดภาพดำมีขนาด

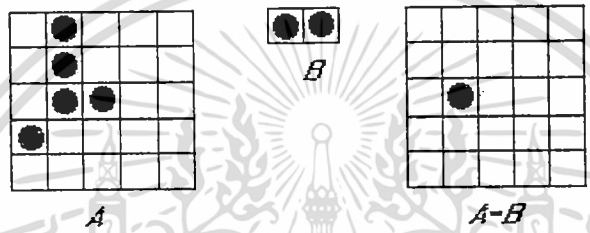
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เล็กมาก กลุ่มจุดภาพดำนั้นก็ถูกขจัดออกจากภาพเอกสารไปโดยอัตโนมัติ ตัวอย่างการทำ Erosion ได้แก่

A = {(0,1),(1,1),(2,1),(2,2),(3,0)}

B = {(0,0),(0,1)}

A-B = {(2,1)}



ภาพที่ 3 แสดงตำแหน่งจุดภาพเริ่มต้นของเซต A, เซต B และ เซตของการ Erosion (A-B)

1.1.3 **Closing Morphology** เป็นกระบวนการแปลงมอร์โฟโลยีที่เริ่มจากการ Dilation แล้วตามด้วยการทำ Erosion เท่ากับจำนวนครั้งของการทำ Dilation

การทำ Closing Morphology จะทำให้ขนาดของกลุ่มจุดภาพดำขยายใหญ่ขึ้นจากการทำ Dilation เมื่อทำ Erosion จะเป็นการไปกัดเซาะแนวขอบของกลุ่มจุดภาพดำนั้น ๆ ทำให้คุณภาพของกลุ่มจุดภาพดำมีความราบเรียบมากขึ้น ในการทำ Closing Morphology ถ้ากำหนดจำนวนรอบในการทำซ้ำไว้มาก ๆ อาจทำให้กลุ่มของจุดภาพดำ 2 กลุ่มที่อยู่ใกล้กันเชื่อมเข้าเป็นกลุ่มของจุดภาพเดียวกันได้ นอกจากนั้นยังจะทำให้จุดภาพที่เป็นสัญญาณรบกวนขยายใหญ่ขึ้นเองโดยอัตโนมัติจนไม่สามารถขจัดออกไปได้

1.1.4 **Opening Morphology** เป็นการแปลงมอร์โฟโลยีชนิดหนึ่งที่ทำงานตรงกันข้ามกับ Closing คือ การทำงานจะเริ่มจากการทำ Erosion แล้วตามด้วยการ Dilation ให้เท่ากับจำนวนครั้งของการทำ Erosion

การทำ Opening Morphology จะทำให้สามารถลดขนาดกลุ่มของจุดภาพดำขนาดเล็ก หรือที่เราเรียกว่าสัญญาณรบกวนออกได้ เมื่อผ่านกระบวนการ Erosion และเมื่อทำการ Dilation เซตของจุดดำก็จะถูกเติมกลับเข้ามาทำให้คุณภาพของข้อมูลภาพดีขึ้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.2 การขจัดสัญญาณรบกวนสำหรับข้อมูลภาพเอกสาร ข้อมูลภาพเอกสาร (Document Images) เป็นข้อมูลภาพที่มีลักษณะพิเศษ คือ เป็นข้อมูลภาพที่ประกอบด้วยส่วนข้อความ (Text Region) และส่วนรูปภาพ (Graphic Region) ดังนั้นการขจัดสัญญาณรบกวนบนข้อมูลภาพเอกสารจึงต้องมีการปรับเปลี่ยนไปตามลักษณะของข้อมูลภาพนั้น ๆ

kFill จัดเป็นวิธีที่เหมาะสำหรับการขจัดสัญญาณรบกวนบนข้อมูลภาพเอกสาร โดยเป็นวิธีการเลือกเติมค่าของจุดภาพที่เรากำลังสนใจพิจารณาร่วมกับค่าของจุดภาพข้างเคียง เช่น ตำแหน่งมุมทั้ง 4 ของหน้าต่าง ช่วงของความต่อเนื่องกันของตำแหน่งจุดภาพขาวและดำ และจำนวนของจุดภาพขาวและดำ ที่เกิดขึ้นอยู่รอบข้างของจุดภาพที่เรากำลังสนใจ

กำหนดขนาดของหน้าต่างเพื่อพิจารณาเติมค่าของจุดภาพเท่ากับ k x k จุดภาพ เราสามารถหากลุ่มของจุดภาพที่จะเรียกว่า "แกนกลาง" ซึ่งจะใช้กำหนดให้เป็นกลุ่มของจุดภาพที่เราสนใจพิจารณาเติมค่าได้เท่ากับ $(k\text{-}2)\text{x}(k\text{-}2)$ จุดภาพ ส่วนที่เหลืออีก $4(k\text{-}1)$ จุดภาพที่อยู่รอบนอกเราจะเรียกว่า "จุดภาพข้างเคียง" ในการเติมค่ากลุ่มจุดภาพที่เป็นแกนกลางของหน้าต่าง จะต้องพิจารณาประกอบกับจุดข้างเคียง ว่ากลุ่มของจุดภาพที่เป็นแกนกลางนั้นจะต้องถูกเติมให้เป็นกลุ่มของจุดภาพดำหรือกลุ่มของจุดภาพขาว ตัวอย่างเช่น ถ้าเราจะเติมค่าของจุดภาพแกนกลางให้เป็นกลุ่มจุดภาพดำ ให้พิจารณาดังนี้ ค่าเดิมของกลุ่มจุดภาพแกนกลางทั้งหมดต้องเป็นจุดภาพขาว พร้อมกับดูว่าเงื่อนไขของตัวแปรที่เกิดกับจุดภาพข้างเคียง 3 ตัวแปร ดังนี้

n : จำนวนของจุดภาพดำ

c : จำนวนช่วงของความต่อเนื่องกันจุดภาพขาว

r : จำนวนของจุดภาพดำที่พบบนมุมทั้ง 4 ของหน้าต่าง

โดยค่าตัวแปรทั้ง 3 ต้องเป็นไปตามสมการ

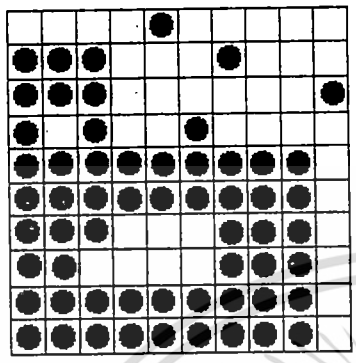
$$(c=1) \text{ and } [(n>3k\text{-}1) \text{ or } ((n=3k\text{-}1) \text{ and } (r=2))] \quad .....(2.3)$$

ถ้าเราพบว่ากลุ่มของจุดแกนกลางและจุดภาพข้างเคียงเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 4 ก็ให้เติมค่าของจุดภาพแกนกลางเป็นกลุ่มของจุดภาพดำ แต่ถ้าหากว่าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ก็ให้เติมกลุ่มของจุดภาพแกนกลางเป็นกลุ่มของจุดภาพขาว สำหรับการเลือกเติมกลุ่มของจุดภาพแกนกลางให้เป็นกลุ่มของจุดภาพขาวก็พิจารณาในทางตรงกันข้ามกัน

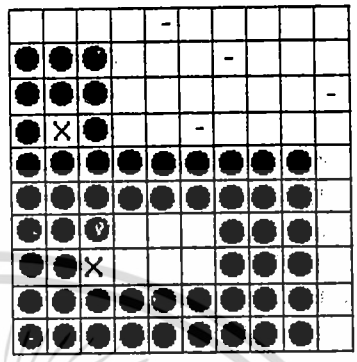
อัลกอริทึม kFill นี้เป็นอัลกอริทึมที่สามารถขจัดสัญญาณรบกวนได้ดีโดยไม่ทำลายความสัมพันธ์เดิมของข้อมูล กล่าวคือ kFill จะยังรักษาสภาพความเป็นจุดมุมต่าง ๆ ไว้ เมื่อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

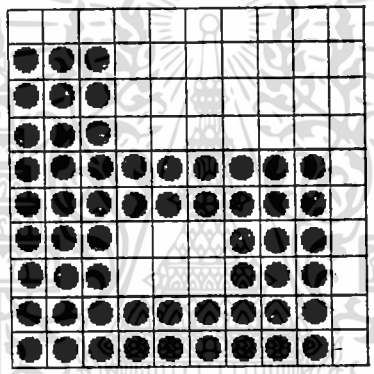
เติมค่าของจุดภาพลงไปแล้วจะไม่ทำให้กลุ่มของจุดภาพดำสองกลุ่มที่อยู่ใกล้กันเชื่อมติดกัน หรือไม่ทำให้กลุ่มของจุดภาพเดิมแยกขาดจากกัน



(a)



(b)



(c)

ภาพที่ 4 แสดงผลลัพธ์จาก kFill Algorithm เมื่อกำหนดขนาดหน้าต่าง 3 x 3

(a) ข้อมูลภาพเอกสารต้นฉบับ

(b) แสดงตำแหน่งจุดภาพแกนกลางที่ต้องเติม ดังนี้

X : ตำแหน่งจุดภาพแกนกลางที่ต้องเติมเป็นจุดภาพดำ

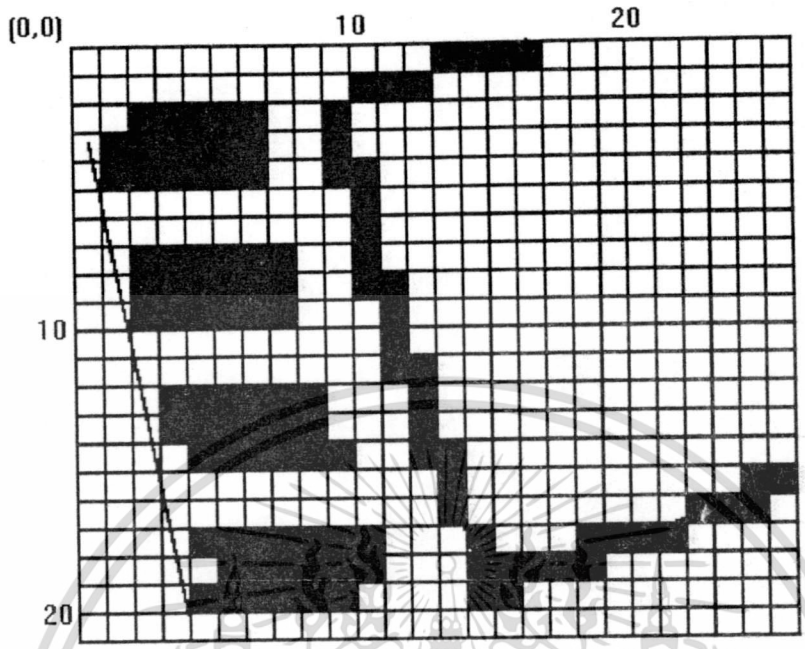
- : ตำแหน่งจุดภาพแกนกลางที่ต้องเติมเป็นจุดภาพขาว

(c) ข้อมูลภาพเอกสารผลลัพธ์

2. การประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร

การประมาณค่ามุมเอียงของหน้าเอกสาร เป็นการประมวลผลก่อนที่สำคัญขั้นตอนหนึ่ง ทั้งนี้เนื่องจากว่า ข้อมูลภาพที่ทำการสแกนเข้ามาเราไม่สามารถรับประกันได้ว่าจะต้องตั้งตรงทำมุมศูนย์องศา ดังนั้นเพื่อให้เกิดความสะดวกและรวดเร็วในการประมวลผลภาพเอกสารจริง จึงควรมีการประมาณค่าความเอียง ของหน้าเอกสารที่จะใช้ในการทดลองก่อน แล้วทำการหมุนภาพเอกสารกลับ ด้วยค่ามุมของความเอียง และทิศทางที่ได้จากการประมาณ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

i	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	...
V[i]	14	10	3	2	2	11	11	3	3	3	12	...

(b)

ภาพที่ 6 (a) ตัวอย่างภาพเอกสารเพื่อใช้ในการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร
(b) ค่าตำแหน่งจุดดำทางซ้ายของบรรทัดข้อมูลภาพที่เก็บบนเวคเตอร์ V[i]

จากค่าตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายบนเวคเตอร์ V[i] ให้จัดแบ่งเวคเตอร์ V ออกเป็น M ช่วงเท่า ๆ กัน แล้วพิจารณาในแต่ละช่วงนั้นดังนี้

1. หากลุ่มของตำแหน่งจุดภาพดำซ้ายสุดในทุก ๆ ช่วงจาก 1 ถึง M
2. นำค่าข้อมูลในข้อ 1. มาเรียงต่อเป็นกลุ่มเดียวกัน
3. นำค่าข้อมูลในข้อ 2. ไปปรับความเรียบเพื่อประมาณความเอียง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

2.2 การปรับความเรียบโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSM) วิธีกำลังสองน้อยที่สุดเป็นวิธีการหนึ่งในการปรับความเรียบของกลุ่มข้อมูลภาพ เป็นวิธีที่ตรงไปตรงมาไม่มีความซับซ้อน เราจะสร้างสมการตัวแทนของข้อมูล (Y-Estimate) ได้จาก

$$Y_i' = aX_i + b \qquad ; a\text{=Slope} \qquad .....(2.3)$$

$$, b\text{=Y-intercept}$$

เมื่อ
$$Y_i = aX_i + b + e_i$$
$$e_i = Y_i - aX_i - b$$
$$\sum e_i^2 = \sum (Y_i - aX_i - b)^2$$

โดยค่าของ $\sum e_i^2$ ต้องน้อยที่สุด

หาอนุพันธ์ของ $\sum e_i^2$ เทียบกับ a และ b แล้วกำหนดค่าเท่ากับ 0

$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial a} = a\sum X_i^2 + b\sum X_i - \sum X_i Y_i$$

$$\therefore \quad \sum X_i Y_i = a\sum X_i^2 + b\sum X_i \qquad .....(2.4)$$

และ
$$\frac{\partial \sum e_i^2}{\partial b} = a\sum X_i + nb - \sum Y_i = 0$$

$$\therefore \quad \sum Y_i = a\sum X_i + nb \qquad .....(2.5)$$

จากสมการ (2.4) และ (2.5) จะได้ว่า

$$a = \frac{\sum X_i Y_i - \frac{\sum X_i \sum Y_i}{n}}{\sum X_i^2 - \frac{(\sum X_i)^2}{n}}$$

$$b = \bar{Y} - a\bar{X}$$

เมื่อเราสามารถประมาณค่ามุมเอียงของหน้าเอกสารได้เราก็จะได้ทิศทางในการหมุนภาพเอกสารกลับโดยพิจารณาจากเครื่องหมายของ (*a*) จะเป็นตัวบอกว่าจะหมุนภาพเอกสารกลับไปในทิศทางใด ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

IF a < 0 THEN CounterClockwise Direction

IF a > 0 THEN Clockwise Direction

การตรวจข้อสอบด้วยระบบแสง

การตรวจข้อสอบปรนัย (Multiple Choice) ปกติแล้วจะใช้การตรวจด้วยเครื่องตรวจระบบแสง (Optical Mark Reader or Mark Sense Reader : OMR) หลักการทำงานจะทำการตรวจจับตำแหน่งของการระบายดินสอบนตารางกริดบนหน้ากระดาษ แล้วเปรียบเทียบตำแหน่งที่ตรวจจับได้กับตำแหน่งที่เก็บไว้เป็นต้นแบบ (Template) ภายในเครื่องแล้วแปลงค่าออกมาเป็นคะแนน การตรวจข้อสอบด้วยเครื่องตรวจข้อสอบระบบแสงสามารถตรวจคำตอบได้ด้วยความรวดเร็ว และแม่นยำสูงถ้าผู้ตอบระบายคำตอบด้วยความระมัดระวัง

การประมวลผลข้อมูลภาพเอกสาร (Document Image Processing)

1. การประมวลผลแบบฟอร์ม (Form Processing)

การประมวลผลแบบฟอร์มเอกสารเป็นการทำงานที่มีความจำเป็นทั้งในงานภาครัฐ และเอกชน ทั้งนี้เพราะแบบฟอร์มเอกสารเป็นแหล่งที่มาซึ่งสารสนเทศสำหรับการทำงานในองค์กร แต่การประมวลผลแบบฟอร์มในองค์กรก็มีขีดจำกัดจากจำนวนบุคลากรไม่เพียงพอ อีกทั้งยังต้องใช้ค่าใช้จ่ายในการที่จะดึงเอาข้อมูลออกจากแบบฟอร์มนั้น ๆ เพราะการที่เราจะเอาข้อมูลจากแบบฟอร์มไปใช้งานนั้น ต้องให้เจ้าหน้าที่อ่านสารสนเทศจากแบบฟอร์มแล้วทำการคีย์ข้อมูลเหล่านั้นสู่ระบบคอมพิวเตอร์อีกครั้ง ดังนั้นเราต้องการหาวิธีในการประมวลผลแบบฟอร์มโดยระบบคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้เองโดยอัตโนมัติ

การประมวลแบบฟอร์มด้วยระบบคอมพิวเตอร์จะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ๆ คือ

1. การสแกนภาพเอกสาร (Document Scanning) เพื่อเปลี่ยนข้อมูลบนหน้ากระดาษให้อยู่ในรูปแบบของข้อมูลทางดิจิตอล

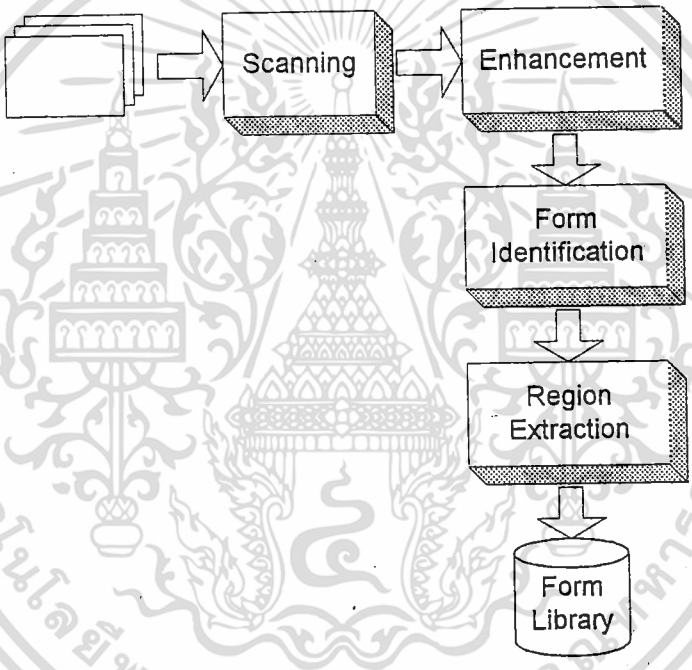
2. การปรับปรุงคุณภาพของเอกสารที่ได้จากการสแกน (Document Enhancement) เป็นขั้นตอนในการเพิ่มคุณภาพของข้อมูลภาพก่อนการประมวลผลจริง เช่น การขจัดสัญญาณรบกวน การประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร เป็นต้น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

3. การจำแนกแบบฟอร์ม (Form Identification) เป็นขั้นตอนของการจำแนกความแตกต่างของแต่ละแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามา

4. การกำหนดขอบเขตข้อมูล (Region Extraction) สำหรับกำหนดกรอบตำแหน่งที่จะใช้ในการดึงข้อมูลเพื่อการประมวลผล

5. การจัดเก็บสารสนเทศของแต่ละแบบฟอร์ม (Form Library) จัดสร้างแฟ้มข้อมูลเพื่อจัดเก็บสารสนเทศของแต่ละแบบฟอร์มเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ และจำแนกแบบฟอร์มที่จะอินพุตเข้ามาสู่ระบบ



ภาพที่ 7 แสดงขั้นตอนการทำงานของการประมวลผลแบบฟอร์ม

1.1 การจำแนกแบบฟอร์ม **(Form Identification)** ภายหลังจากการสแกนภาพเอกสารมาเก็บในคอมพิวเตอร์ให้อยู่ในรูปของข้อมูลเชิงดิจิตอล และการการปรับปรุงคุณภาพเอกสารที่สแกนเข้ามาหรือการทำการประมวลผลก่อน จากนี้ไปจะเป็นขั้นตอนสำคัญของการประมวลผลแบบฟอร์ม เนื่องจากว่าแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาสู่ระบบคอมพิวเตอร์มีมากมายหลายรูปแบบ ทำอย่างไรเราจึงจะทำให้คอมพิวเตอร์สามารถเข้าใจ และจำแนกแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามานั้นว่าเป็นแบบฟอร์มประเภทใดโดยอัตโนมัติ วิธีการในการจำแนกแบบฟอร์มที่ผ่านมาที่มีการศึกษา มีดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1.1.1) การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้หมายเลขกำกับแบบฟอร์ม การใส่หมายเลขกำกับแบบฟอร์มบนเอกสารที่สแกนเข้ามาในระบบใส่ในตำแหน่งเดียวกันทุกหน้า จะไม่สามารถเคลื่อนย้ายได้ เพราะถ้ามีการเปลี่ยนตำแหน่งจะทำให้คอมพิวเตอร์ไม่สามารถแยกได้ว่าแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาเป็นแบบฟอร์มประเภทใด ซึ่งถ้าแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาอยู่ภายใต้เงื่อนไขที่กำหนดวิธีนี้จะเป็นวิธีที่สามารถระบุประเภทของแบบฟอร์มได้ถูกต้องที่สุด แต่เนื่องจากว่าภาพเอกสารได้จากการสแกนผ่านทางสแกนเนอร์ ในการวางกระดาษบนเครื่องสแกนเนอร์เพื่อทำการสแกนนั้นจะไม่ลงในตำแหน่งเดียวกันเสมอไป ทำให้ในแต่ละครั้งของการสแกนตำแหน่งของจุดภาพก็จะเกิดในตำแหน่งที่แตกต่างกัน เรียกว่าเกิดการย้ายตำแหน่งจุดภาพ (Pixel Translation) เมื่อเป็นเช่นนี้ย่อมทำให้การจำแนกแบบฟอร์มด้วยวิธีนี้มีความถูกต้องน้อยลง

1.1.2) การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้บาร์โคด การใช้บาร์โคดบนแบบฟอร์มจะสามารถแก้ปัญหาของการจำแนกแบบฟอร์มโดยการใช้ตัวเลขในระดับหนึ่ง เพราะแถบของบาร์โคดจะมีความสูงทำให้ช่วงของตำแหน่งที่เราจะอ่านเพื่อการจำแนกชนิดของแบบฟอร์มเป็นไปได้มากขึ้น แต่ถ้าในขั้นตอนของการสแกนมีการวางตำแหน่งของกระดาษแตกต่างไปจากเดิมมากมันก็เป็นการยากที่เราจะจำแนกแบบฟอร์มโดยการใช้บาร์โคด

1.1.3) การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้แนวเส้นตรงบนแบบฟอร์ม เราจะทำการหาตำแหน่งของจุดเริ่มต้น (BeginX, BeginY) และความยาวของแนวเส้นตรงที่เกิดขึ้นทั้งในแนวแกนตั้ง (Vertical Run) และแกนนอน (Horizontal Run) บนข้อมูลภาพ วิธีการนี้จะทำให้เราสามารถกำหนดประเภทของแบบฟอร์มได้แม้ว่าแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาจะมีการเคลื่อนย้ายตำแหน่งไปไม่ว่ามากหรือน้อยเพียงใด

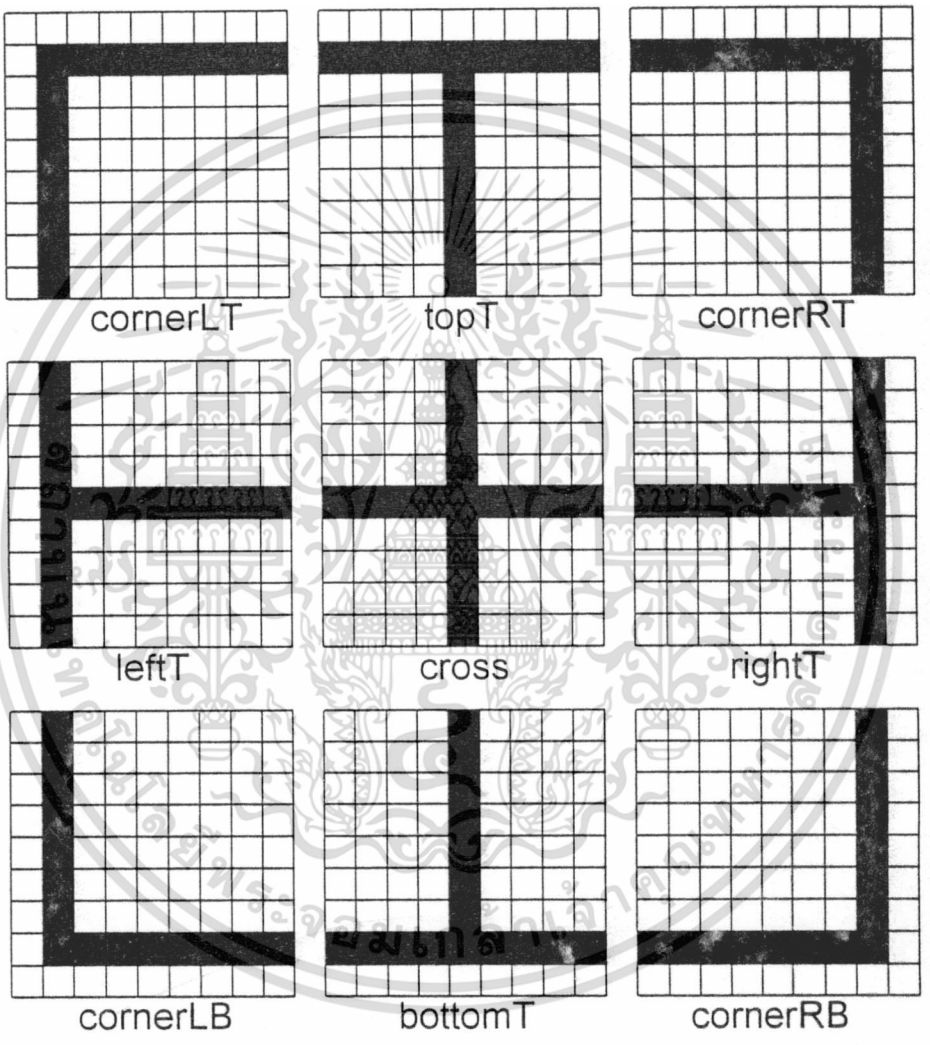
1.2 การกำหนดขอบเขตข้อมูล (Region Extraction) เมื่อเราสามารถจำแนกแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาได้แล้ว จากนี้ไปเราจะต้องหาวิธีการให้คอมพิวเตอร์สามารถไปดึงเอาข้อมูลจากแบบฟอร์มออกมาเพื่อการประมวลผล นั้นก็คือการพยายามกำหนดตำแหน่งของแต่ละบล็อก หรือฟิลด์ (Field) ที่เราสนใจจะใช้เพื่อดึงข้อมูลสำหรับการประมวลผลต่อไป

1.2.1 การหาจุดตัดของเส้นตรง (Line-Crossing Pattern) จากวิธีการในการจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้แนวเส้นตรงบนแบบฟอร์ม เราจะได้ตำแหน่งของจุดเริ่มต้นของเส้นตรงบนข้อมูลภาพ และเนื่องจากเรารู้ว่าแนวเส้นตรงที่เกิดขึ้นบนหน้าเอกสารจะมีเพียง 2

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

แนว คือ แนวแกนตั้งและแกนนอนตั้งฉากซึ่งกันและกัน เพราะฉะนั้นแนวเส้นตรงทั้งสองต้องมีการตัดผ่านกันอย่างแน่นอน เราจะหาตำแหน่งจุดตัดกันของเส้นตรงทั้งสองแนวพร้อมกันนั้นก็พิจารณาว่า ณ จุดตัดกันนั้นมีรูปแบบของการตัดกันอย่างไรจากรูปแบบของการตัดกันของเส้นตรงทั้ง 9 รูปแบบ ต่อไปนี้



ภาพที่ 8 แสดงรูปแบบของการตัดกันของเส้นตรงสองเส้น

การพิจารณาการตัดกันของเส้นตรงสองเส้น จะกำหนดกรอบหน้าต่างในการศึกษาการตัดกันของเส้นตรงขนาด 9X9 จุดภาพ แล้วพิจารณาค่าของตำแหน่งจุดภาพดำตามประเภทของจุดตัดแต่ละประเภททั้ง 9 ประเภทที่เป็นไปได้ของการตัดกันของเส้นตรงสองเส้น

แต่ในการทำงานจริง ๆ เราพบว่าในแต่ละตำแหน่งจุดภาพที่แนวเส้นตรงสองเส้นจะตัดกันเราจะทำการทดสอบการตัดกันเพียง 4 ประเภทของการตัดกันเท่านั้นในแต่ละจุด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

คือ จุดตัดที่เป็นจุดมุมซ้ายบน (cornerLT), จุดตัดที่เป็นจุดมุมซ้ายล่าง (cornerLB), จุดตัดที่เป็นจุดมุมขวาบน (cornerRT) และจุดตัดที่เป็นจุดมุมขวาล่าง (cornerRB) ส่วนจุดตัดอีก 5 ประเภทที่เหลือจะได้จากการเอาจุดตัดทั้ง 4 ประเภทมาหาความสัมพันธ์กันภายใต้เงื่อนไขการตรวจสอบต่อไปนี้

1.) IF (cornerLB and cornerRB) THEN bottomT.

2.) IF (cornerLT and cornerRT) THEN topT.

3.) IF (cornerRB and cornerRT) THEN rightT.

4.) IF (cornerLB and cornerLT) THEN leftT.

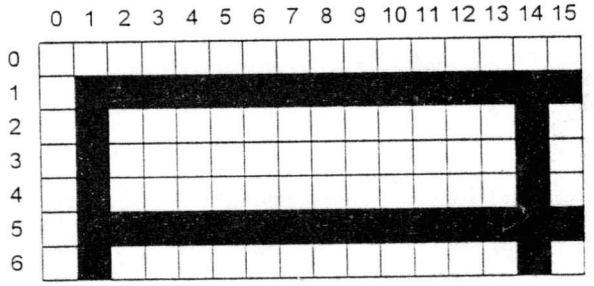
5.) IF (cornerLB and cornerRT) or (cornerRB and cornerLT) THEN cross.

ภาพที่ 9 เงื่อนไขของการสร้างจุดมุมที่เหลืออีก 5 ประเภท

1.2.2 การแยกกรอบข้อมูล **(Fields Identification)** กรอบข้อมูลที่จะใช้ในการดึงข้อมูลเพื่อการประมวลผลแบบฟอร์มนั้นในที่นี้จะกำหนดให้เป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า จุดมุมของสี่เหลี่ยมผืนผ้าแต่ละจุดจะเป็นไปตามเงื่อนไขของการตัดกันของจุดตัดของเส้นตรง ดังนี้

1.) IF (cornerLT or leftT or cross)	THEN	TopLeft of Field
2.) IF (cornerRT or rightT or cross)	THEN	TopRight of Field
3.) IF (cornerRB or rightT or cross)	THEN	BottomRight of Field
4.) IF (cornerLB or leftT or cross)	THEN	BottomLeft of Field

ภาพที่ 10 เงื่อนไขของมุมที่เป็นไปได้ของแต่ละกรอบข้อมูล



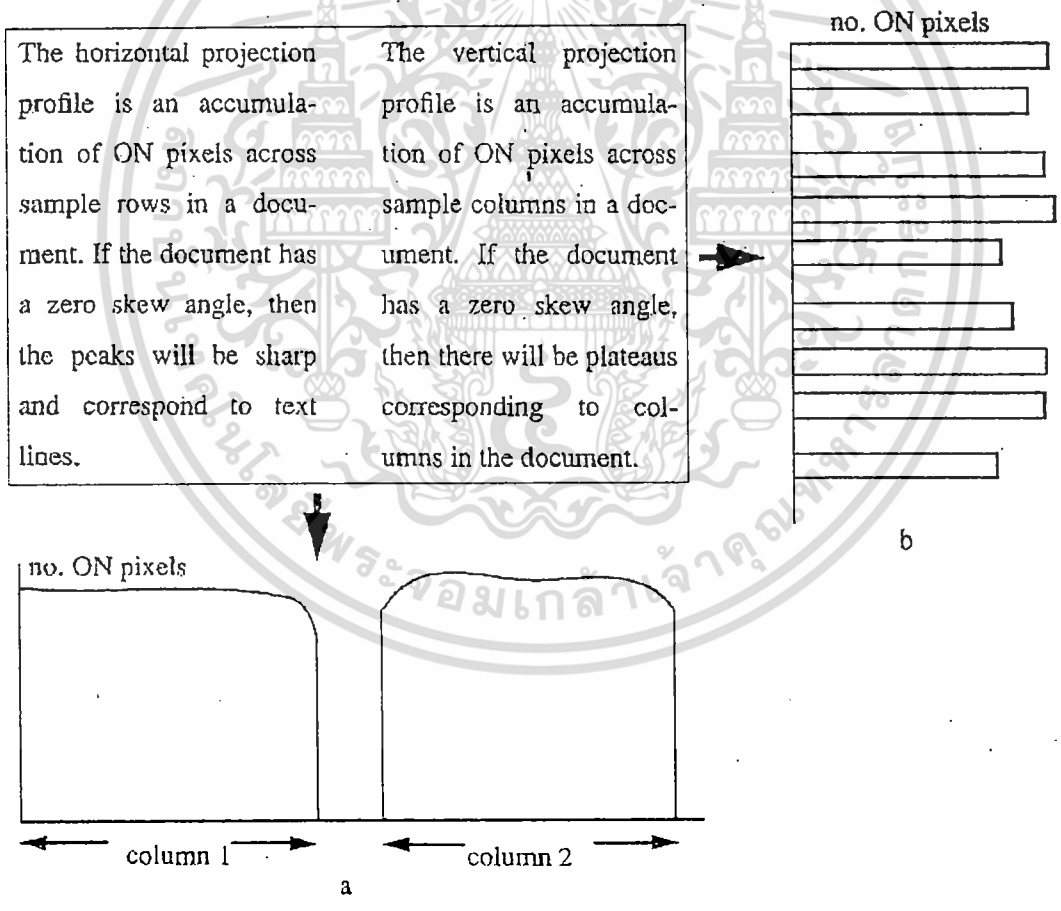
ภาพที่ 11 แสดงลักษณะของการตัดกันของเส้นตรงทำให้เกิดกรอบข้อมูล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

27453

2. การโปรเจคชั่น (Projection)

โปรเจคชั่น คือ ฮิสโตแกรมของจำนวนจุดภาพดำที่สะสมรวมกันในแต่ละแถวหรือสดมภ์ การทำโปรเจคชั่นจะพบอยู่ 2 แนว คือ แนวแกนนอน (Horizontal Projection) และ แนวแกนตั้ง (Vertical Projection) เมื่อทำการโปรเจคชั่นตามแนวแกนนอนจะทำให้สามารถแยกข้อมูลภาพออกเป็นบรรทัดของตัวหนังสือ ความกว้างของช่วงการโปรเจคชั่นตามแนวแกนนอนแท่งหนึ่ง ๆ จะเท่ากับความสูงของตัวหนังสือในบรรทัดนั้น ๆ และถ้าเราทำการโปรเจคชั่นตามแนวแกนตั้งจะทำให้เราสามารถแบ่งข้อมูลภาพนั้นออกเป็นสดมภ์ ซึ่งความกว้างของการโปรเจคชั่นในแต่ละสดมภ์ก็จะเท่ากับความกว้างของสดมภ์นั้น ๆ เช่นกัน



ภาพที่ 12 a) การโปรเจคชั่นตามแกนตั้ง, b.) การโปรเจคชั่นตามแกนนอน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 3

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

บทนำ

ปัจจุบันเครื่องคอมพิวเตอร์ได้เข้ามาในชีวิตประจำวันของคนเรามากขึ้น มีการพัฒนาเครื่องคอมพิวเตอร์ให้สามารถทำงานได้หลาย ๆ อย่าง เช่น งานสำนักงานอัตโนมัติ (Office Automation) งานเชิงวิศวกรรม งานการแพทย์ เช่น การวินิจฉัยโรค การช่วยควบคุมเครื่องมือทางการแพทย์ เป็นต้น

ในด้านการเรียนการสอนคอมพิวเตอร์จะเข้ามามีบทบาทอย่างชัดเจน ทั้งในส่วนของการเรียนการสอนในห้องเรียนเพื่อเป็นการฝึกทักษะสำหรับตัวนักเรียน ส่วนการควบคุมและประเมินผลการเรียนการสอน เช่นงานทะเบียนนักเรียน, งานการจัดตารางเรียน เป็นต้น และงานอีกอย่างที่มีความชัดเจนมากคือการนำคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตรวจข้อสอบ ทั้งการสอบเข้าเพื่อศึกษาต่อและการภายในสถาบันฯ ทั้งนี้เพราะการนำระบบคอมพิวเตอร์มาช่วยในการตรวจข้อสอบ จะทำให้เราทราบผลคำตอบได้รวดเร็ว ถูกต้อง และมีความน่าเชื่อถือสูง แต่เนื่องจากระบบตรวจข้อสอบด้วยแสงจะตรวจข้อสอบประเภทที่ระบายด้วยดินสอเต็มวง หรือเต็มกรอบสี่เหลี่ยมเท่านั้น ยังไม่มีความยืดหยุ่นเพียงพอที่จะตรวจข้อสอบปรนัยประเภทอื่น เช่น ข้อสอบที่เป็นการตอบด้วยการกากบาททับข้อที่ถูกต้อง ทั้งนี้เพราะว่า การกากบาทของผู้เข้าสอบแต่ละคนจะมีขนาดไม่เท่ากันไม่สามารถที่จะทาบ (Matching) กันได้พอดีกับส่วนของต้นแบบข้อสอบที่ถูกต้อง (Template) หรือแม้แต่การระบายในวงกลม หรือกรอบสี่เหลี่ยมก็ตาม ถ้าหากผู้เข้าสอบระบายไม่ดี เช่นระบายน้อยเกินไป หรือระบายมากเกินไปจนทำให้เกินขอบเขต ทำให้ไม่สามารถที่จะทาบกับต้นแบบข้อสอบที่ถูกต้อง เครื่องตรวจข้อสอบก็จะแปลความหมายออกมาว่าในข้อนั้น ๆ เป็นการตอบผิด จากที่กล่าวมาการตรวจผิดของเครื่องตรวจข้อสอบจะส่งผลให้ผู้เข้าสอบเสียประโยชน์ในการสอบในครั้งนั้นไป

ผู้วิจัยพิจารณาเห็นว่าขั้นตอนของการประมวลผลภาพ (Image Processing) สามารถนำมาประยุกต์เพื่อใช้ในงานตรวจข้อสอบอย่างได้ผล มีประสิทธิภาพน่าเชื่อถือ มีความยืดหยุ่นในการตรวจข้อสอบปรนัย และมีความถูกต้องในการตรวจข้อสอบสูง

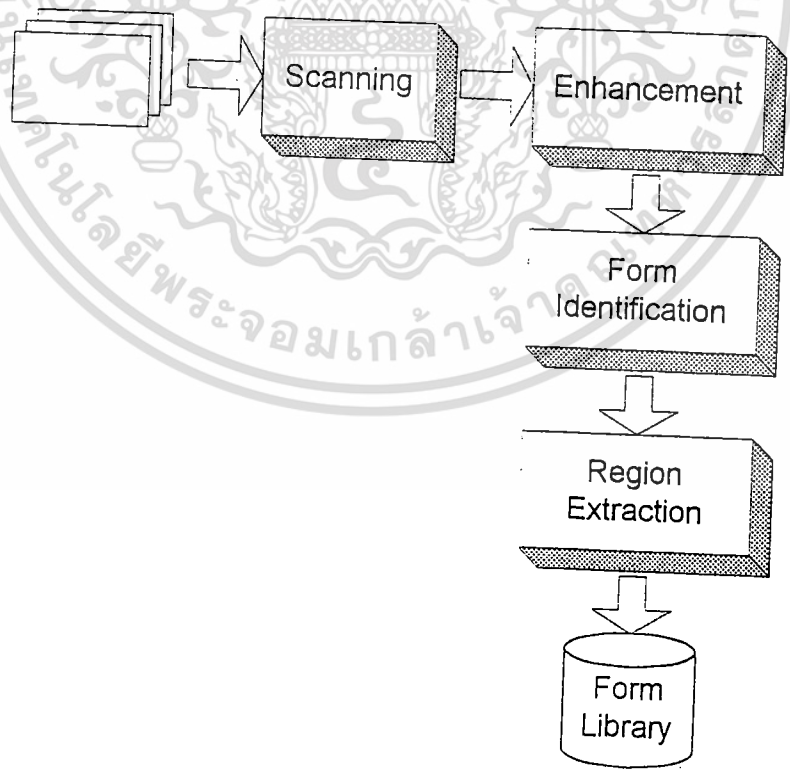
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ประกอบด้วยการทำงาน 3 ขั้นตอนหลัก คือ

1. การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า
2. การวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา และ
3. การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา

การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า

การที่จะทำให้ระบบคอมพิวเตอร์เข้าใจ และจำแนกความแตกต่างของแบบฟอร์มแต่ละชนิดที่ผ่านเข้ามาประมวลผลในระบบคอมพิวเตอร์ จำเป็นที่เราจะต้องสร้างฐานข้อมูลสำหรับคอมพิวเตอร์เพื่อใช้เป็นต้นแบบ (Template) สำหรับจำแนกความแตกต่างกันของแบบฟอร์มแต่ละชนิดที่สแกนเข้ามา ผังการทำงานอย่างคร่าว ๆ ของการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า แสดงไว้ในภาพที่ 13



ภาพที่ 13 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากภาพที่ 14 ขั้นตอนต่าง ๆ ของการวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า เพื่อจำแนกแบบฟอร์มแต่ละประเภทที่แตกต่างกันออกจากกันซึ่งรายละเอียดของแต่ละขั้นตอนจะกล่าวในรายละเอียดดังต่อไปนี้

1. การปรับปรุงคุณภาพภาพเอกสาร (Image Enhancement)

การปรับปรุงคุณภาพเอกสารจะประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญ ดังต่อไปนี้

```
Algorithm 3_1 Image_Enhancement;
        OpenImageFile();
        NoiseReduction With kFill Algorithm;
        Skew Estimation;
        Image Rotation with Detected Angle;
        CloseImageFile();
```

ภาพที่ 14 แสดงขั้นตอนในการทำปรับปรุงคุณภาพเอกสารก่อนการประมวลผลจริง

จากภาพที่ 14 ขั้นตอนของการปรับปรุงภาพเอกสารก่อนการประมวลผลจริง จะทำให้ภาพเอกสารที่จะใช้เป็นต้นแบบของการทดลองของแต่ละแบบฟอร์มเป็นภาพเอกสารที่มีคุณภาพดี สามารถนำไปใช้ในการทำงานต่อไปได้ทันที

2. การจำแนกแบบฟอร์ม (Form Identification)

หลังจากการสแกนภาพเอกสารเพื่อแปลงข้อมูลให้เป็นข้อมูลเชิงดิจิตอลแล้ว ขั้นตอนต่อไปจะเป็นการทำเพื่อให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ และสามารถจำแนกประเภทของแบบฟอร์มแต่ละประเภทที่ทำการสแกนเข้ามาเพื่อการประมวลผลแบบฟอร์ม ซึ่งเราจะแบ่งขั้นตอนการทำงานดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Algorithm 3_2 Form Identification

```
OpenImageFile();
Finding Horizontal & Vertical Run of Black Pixel;
Compare the New Horizontal Run with the Old Runs In Form Library;
IF Not Match THEN
        Write Horizontal Run & Vertical Run to Form Library Database;
CloseImageFile();
```

ภาพที่ 15 แสดงขั้นตอนการจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงในแนวแกนตั้ง และแกนนอน

จากภาพที่ 15 ขั้นตอนในการจำแนกแบบฟอร์มแต่ละชนิดออกจากกัน เราจะใช้จำนวน ขนาด และตำแหน่งของแนวเส้นตรงทั้งในแกนตั้ง โดยทำการเปรียบเทียบระหว่างแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาใหม่กับค่าของแต่ละแบบฟอร์มที่เคยเก็บไว้ในฟอร์มไลบรารี ถ้าเราตรวจสอบแล้วไม่พบแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาในฟอร์มไลบรารี โปรแกรมเพิ่มแบบฟอร์มใหม่ลงในฟอร์มไลบรารี

3. การกำหนดขอบเขตข้อมูล (Region Extraction)

เมื่อเราสามารถจำแนกประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาออกจากกันได้ ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการพยายามให้คอมพิวเตอร์ได้รู้ถึงช่วงตำแหน่งจุดภาพบนภาพเอกสารที่จำเป็นต่อการประมวลผลแบบฟอร์มข้อสอบ ขอบเขตข้อมูลที่จำเป็นจะต้องใช้ในการประมวลผลจะถูกกำหนดไว้ในกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า การกำหนดขอบเขตข้อมูลประกอบด้วยขั้นตอนที่สำคัญดังต่อไปนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

- **Algorithm 3_3 Region Extraction**

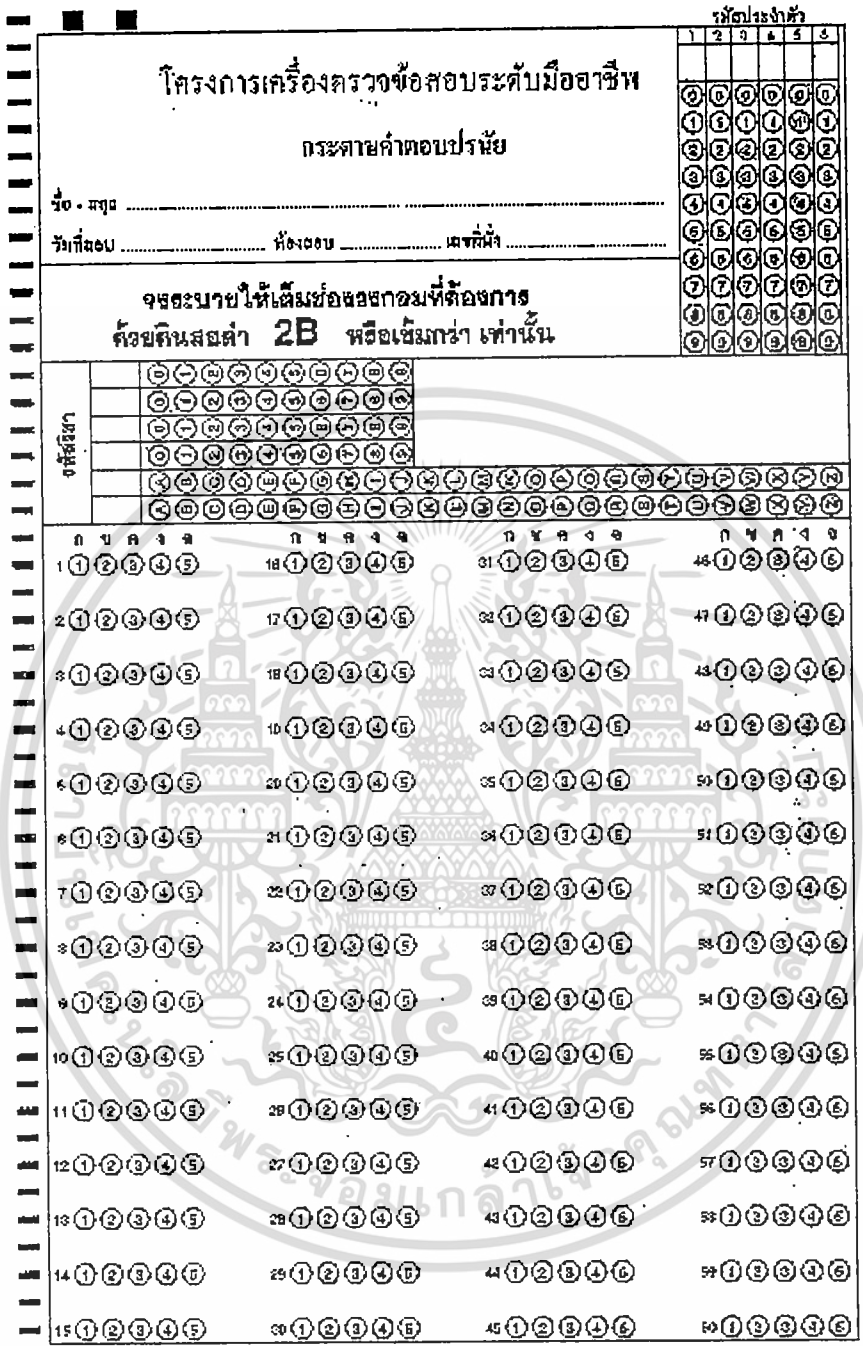
```
OpenImageFile();
Finding Corner Location using Line-Crossing between Horizontal Run
        and Vertical Run;
Rectangular Fields Extraction;
User Interface For Determine Interesting Fields;
Store Corner Location and Rectangular Fields to Form Library Database;
Horizontal Projection For Student_Id Fields;
Vertical Projection For Subject Fields, and Answer Field;
Create Histogram of each fields and Store to Form Library Database;
CloseImageFile();
```

ภาพที่ 16 แสดงขั้นตอนการกำหนดขอบเขตข้อมูล

จากภาพที่ 16 การกำหนดขอบเขตข้อมูล จะเริ่มจากการหาจุดตัดของเส้นตรงในแนวแกนตั้ง และแกนนอน แล้วแยกกรอบข้อมูล (Field Extraction) โดยพิจารณาความสัมพันธ์จากของตำแหน่งและประเภทจุดตัดประกอบกัน จากนั้นโปรแกรมจะติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดลงไปว่า กรอบข้อมูลแต่ละตัวนั้นเป็นกรอบข้อมูลประเภทใดใน 4 ประเภทดังต่อไปนี้

0 = กรอบข้อมูลที่เป็นรหัสผู้เข้าสอบ
1 = กรอบข้อมูลที่เป็นรหัสวิชา
2 = กรอบข้อมูลที่เป็นตัวเลือกคำตอบ
3 = กรอบข้อมูลที่ไม่สนใจในการประมวลผล

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 17 แบบฟอร์มข้อสอบแบบปรนัย

พิจารณาเฉพาะกรอบข้อมูลรหัสผู้เข้าสอบทุกกรอบ ในแต่ละกรอบทำการโปรเจคชั่นจุดภาพตำตามแนวแกนนอน (Horizontal Projection) ส่วนกรอบข้อมูลรหัสวิชาทำโปรเจคชั่นจุดภาพตำตามแนวแกนตั้ง (Vertical Projection) แล้วจัดเก็บค่าฮิสโตรแกรมที่เกิดขึ้นไว้ในฟอร์มไลบรารีเพื่อรอการใช้งานต่อไป

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

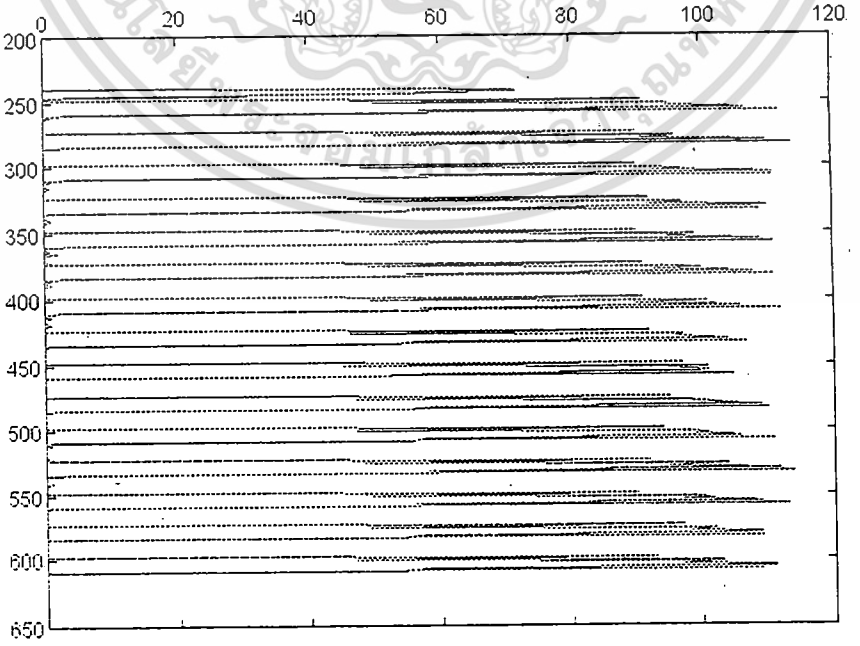
- กรอบข้อมูลตัวเลือกคำตอบ ให้พิจารณาดังนี้ เนื่องจากภายในกรอบคำตอบ มีข้อสอบให้เลือกตอบอยู่จำนวนมาก ดังนั้นเราจึงควรแยกตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อออกจากกันทั้งนี้ก็เพื่อความสะดวก และรวดเร็วในการตรวจข้อสอบ เพราะถ้าเราแยกข้อสอบออกเป็นข้อเรียบร้อยแล้ว ก็ไม่จำเป็นที่ต้องทำการเปรียบเทียบทุกตำแหน่งจุดภาพในกรอบตัวเลือกคำตอบ เราเลือกทำการเปรียบเทียบเฉพาะช่วงของแต่ละข้อคำตอบที่เราสนใจเท่านั้นก็พอแล้ว

3.1 การกำหนดตำแหน่งข้อสอบ เราพิจารณาจากภาพที่ 17 แบบฟอร์มข้อสอบแบบปรนัย เราจะพบว่าตัวเลือกคำตอบของข้อสอบประเภทนี้จะถูกแบ่งออกเป็นแถว (Row) และสดมภ์ (Column) อย่างชัดเจน ทั้งนี้เพื่อความสะดวกในการตรวจข้อสอบ (ไม่ว่าจะเป็นการตรวจโดยใช้คน หรือเครื่องมือทางอิเล็กทรอนิคส์) ดังนั้นเราจึงสนใจพิจารณาทฤษฎีการโปรเจคชั่น (Projection) ดังนี้

-โปรเจคชั่นตามแกนตั้ง (Vertical Projection) เราจะได้กลุ่มยอดฮิสโตแกรม 4 กลุ่ม (Peak)

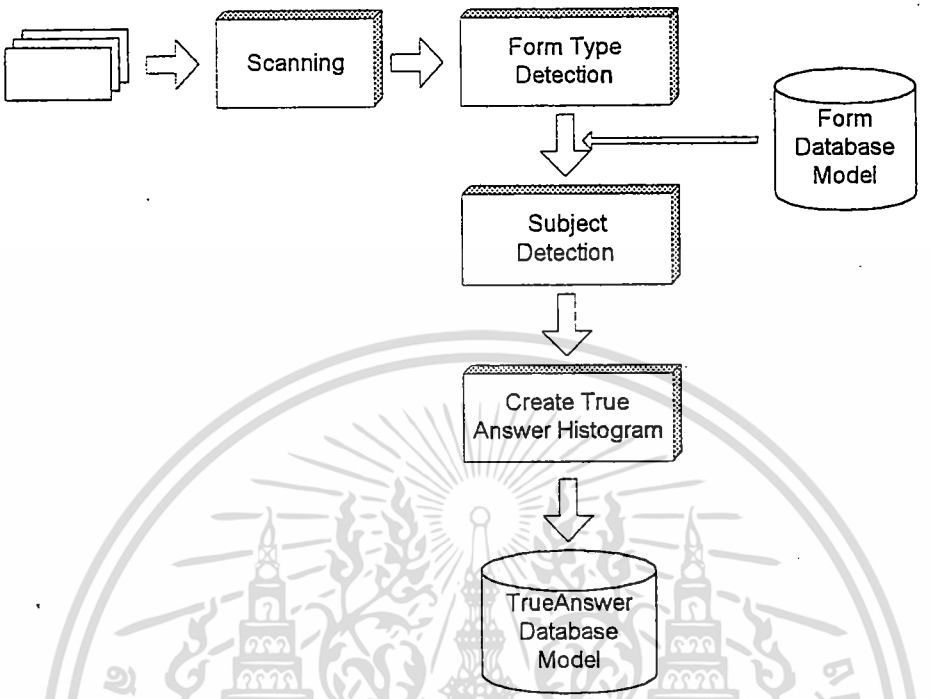
-โปรเจคชั่นตามแกนนอน (Horizontal Projection) เราจะได้กลุ่มยอดฮิสโตแกรม 15 กลุ่ม

-นำกลุ่มยอดของฮิสโตแกรมของทั้ง 2 ทิศทางมาสร้างความสัมพันธ์กันจะได้ตำแหน่งของข้อสอบแต่ละข้อจำนวน 60 ข้อ (= 4 X 15 peak)



a)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 19 แสดงขั้นตอนการวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา

1. <u>การแยกประเภทแบบฟอร์ม</u> **(Form Type Classification)**

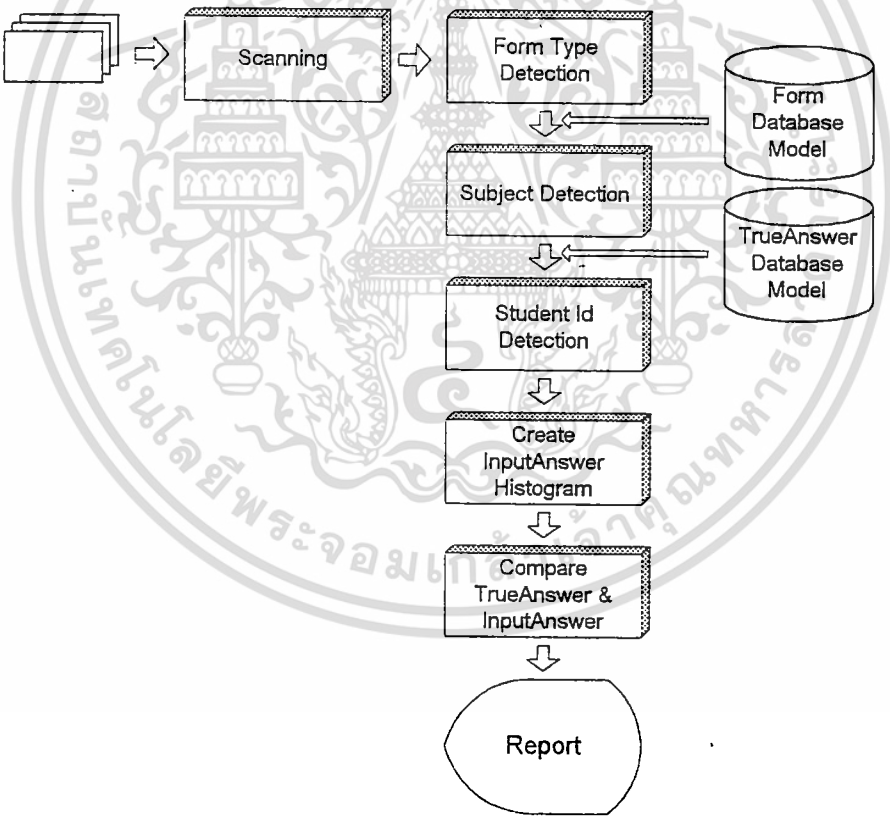
เนื่องจากระบบตรวจข้อสอบอัตโนมัติที่นำเสนอต้องการให้สามารถใช้ได้กับกระดาษคำตอบที่มีความหลากหลาย ดังนั้นในขั้นตอนเริ่มต้นของวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องจึงจำเป็นต้องมีการหาประเภทของแบบฟอร์มข้อสอบนั้นก่อน ซึ่งอัลกอริทึมที่จะใช้ในการหาประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามา จะพิจารณาจากจำนวน ขนาด และตำแหน่งของเส้นตรงในแนวแกนนอน (Horizontal Line) ที่ปรากฏอยู่บนหน้าภาพเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา

เมื่อเราสร้างต้นแบบสำหรับการตรวจข้อสอบทุกอย่างเสร็จเรียบร้อยแล้ว ในขั้นนี้จะเป็นขั้นตอนสุดท้าย คือการตรวจข้อสอบของกระดาษข้อสอบที่สแกนเข้ามาเพื่อบอกว่าคะแนนของผู้เข้าสอบแต่ละคนในแต่ละรายวิชาเป็นเท่าใด

ในขั้นตอนที่ 3 การตรวจคำตอบจะเริ่มต้นคล้าย ๆ ขั้นตอนที่ 2 คือเริ่มการหาประเภทของแบบฟอร์มของข้อสอบที่สแกนเข้ามา อ่านข้อมูลที่สำคัญจากฟอร์มไลบรารีเข้ามาเก็บไว้ในหน่วยความจำ แล้วหารหัสวิชา และรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ จากนั้นสร้างฮิสโตแกรมของคำตอบที่นักเรียนเลือกในแต่ละข้อ สุดท้ายเปรียบเทียบฮิสโตแกรมระหว่างต้นแบบคำตอบที่ถูกต้อง กับคำตอบที่นักเรียนเลือก แล้ววิเคราะห์ออกมาเป็นคะแนน ดังแสดงขั้นตอนการทำงานในภาพที่ 21



ภาพที่ 21 แสดงขั้นตอนการตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

1. การหารหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ

ในการวิเคราะห์หารหัสวิชาประจำตัวผู้เข้าสอบของแบบฟอร์มข้อสอบที่สแกนเข้ามานั้น เราจะใช้การสร้างฮิสโตแกรมในแนวแกนนอนของแต่ละกรอบข้อมูลรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ แล้วหาช่วงค่าของฮิสโตแกรมสูงสุดเพื่อประมาณเป็นรหัสสำหรับกรอบข้อมูลฯนั้น ๆ เสร็จแล้วนำรหัสที่ประมาณได้มาจัดเรียง (Sorting) ตามลำดับก่อนหลังของแต่ละกรอบข้อมูลฯ สุดท้ายแล้วจึงไปสรุปเป็นรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ

2. การตรวจนับคะแนน

ภายหลังจากที่สร้างฮิสโตแกรมของจุดภาพดำในแนวแกนตั้งของข้อสอบแต่ละข้อของฟอร์มที่สแกนเข้ามา (Input Form) ในขั้นตอนนี้ก็จะเป็นการตรวจคำตอบ โดยเราพิจารณาจากความแตกต่างกันของฮิสโตแกรมของอินพุตฟอร์มกับต้นแบบ (Model Form) แทนการทาบของจุดภาพดำ (Matching) ซึ่งการทาบจะใช้การคำนวณเปรียบเทียบที่สูงกว่า อัลกอริทึมของการตรวจนับคะแนนแสดงในภาพที่ 22

```
void CheckScore(TAheadModel,TAheadInput)
        TAPtr TAheadModel,TAheadInput;
{
        TAPtr TAqModel = TAheadModel, TAqInput = TAheadInput;
        while ((TAqModel != NULL) || (TAqInput != NULL)) {
                Find Highest Range Histogram of TAqModel set to maxModel
                Find Highest Range and 2nd-Highest Histogram of TAqInput set to maxInput and
                        max2Input respective;
                if ((maxModel!=maxInput) || (abs(InpHist[maxInput]-InpHist[max2Input])<=Thr) )
                        BadChk++;
                else    GoodChk++;
        }
}
```

ภาพที่ 22 แสดงขั้นตอนการตรวจนับคะแนน

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4

ผลการทดลอง

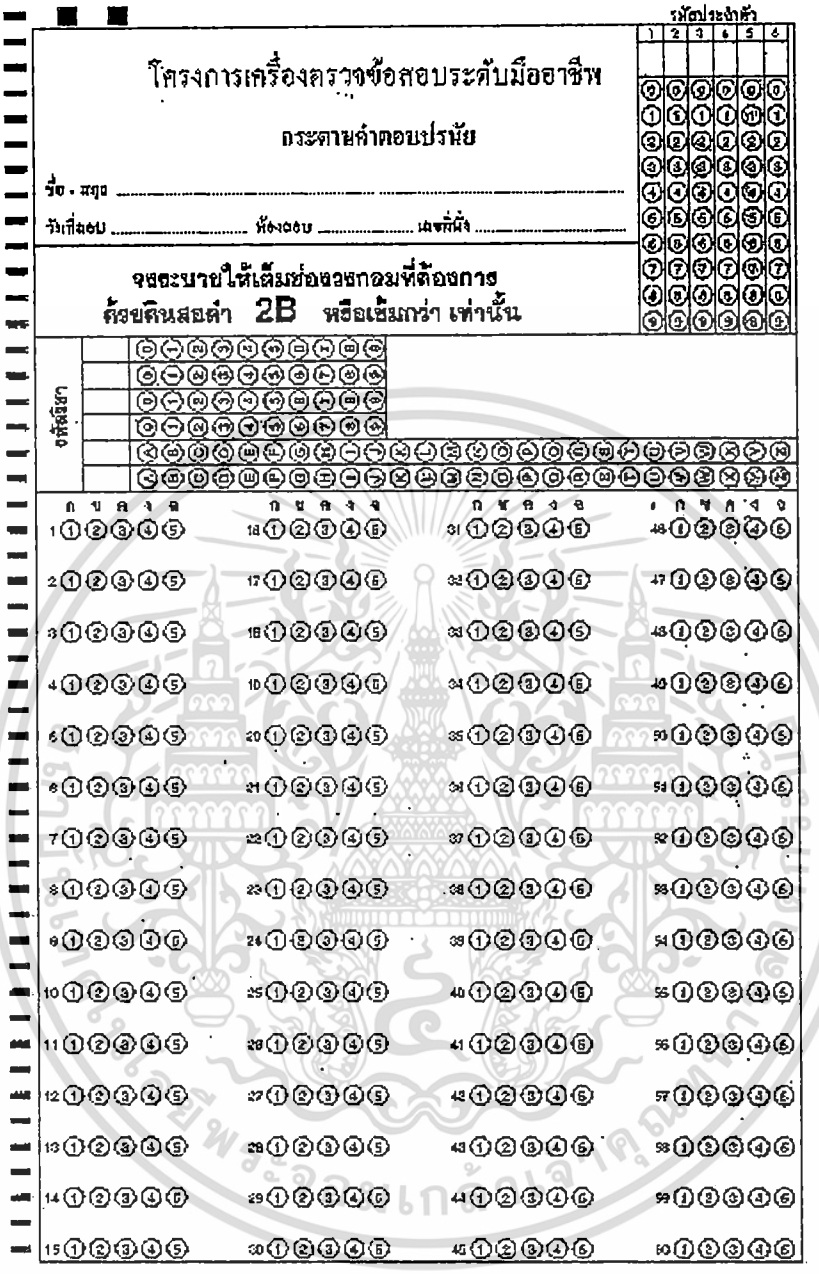
ในการทดลองระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติที่นำเสนอในงานวิจัยนี้ ได้ทำการทดลองกับภาพเอกสารที่ได้จากเครื่องสแกนเนอร์ที่มีความละเอียด 75 จุดต่อนิ้ว ระดับความเข้มของการสแกน 2 ระดับ (Binary Image) ทำการทดลองบนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ รุ่น 80486 แบ่งการทดลองออกเป็น 3 ส่วน คือ การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่าเพื่อสร้างฟอร์มไลบรารี, การวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา และ การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา

เนื่องงานวิจัยในครั้งนี้ผู้วิจัยมุ่งเน้นการศึกษาในส่วนของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ดังนั้นผลการทดลองของงานวิจัยในครั้งนี้ส่วนการประมวลผลก่อนผู้วิจัยจะไม่เอามานำเสนอ จะข้ามไปนำเสนอผลการทดลอง 3 ส่วนหลักของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ

1. <u>การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่า</u>

จากภาพเอกสารที่ได้จากการสแกนทางเครื่องสแกนเนอร์ ที่มีระดับความเข้ม 2 ระดับ ความละเอียดในการสแกน 75 จุดต่อนิ้ว ในขั้นตอนนี้จะเป็นการพยายามให้คอมพิวเตอร์เข้าใจและสามารถจำแนกแบบฟอร์มประเภทต่าง ๆ ออกจากกันให้ได้ เราจึงต้องสร้างฐานความรู้ให้กับคอมพิวเตอร์ก่อน โดยขั้นตอนแรกจะทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจแบบฟอร์มเปล่าก่อน

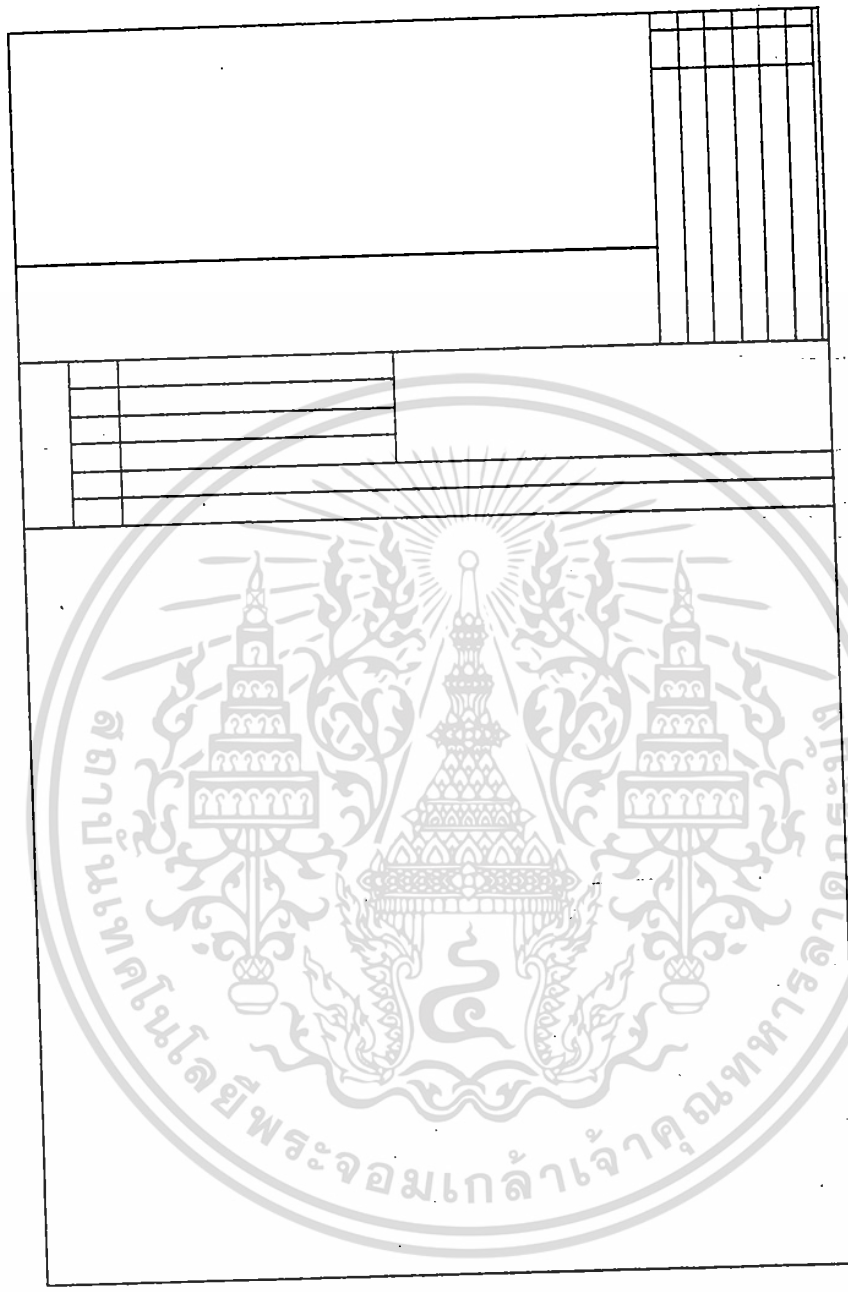
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 23 แบบฟอร์มข้อสอบปรนัย

จากภาพที่ 23 จะเห็นว่ามีแนวของจุดภาพดำที่สามารถลากเป็นเส้นตรงได้ 2 แนว คือแนวแกนตั้ง และแนวแกนนอน โปรแกรมสามารถแยกเส้นตรงได้อย่างถูกต้อง ดังแสดงในภาพที่ 24

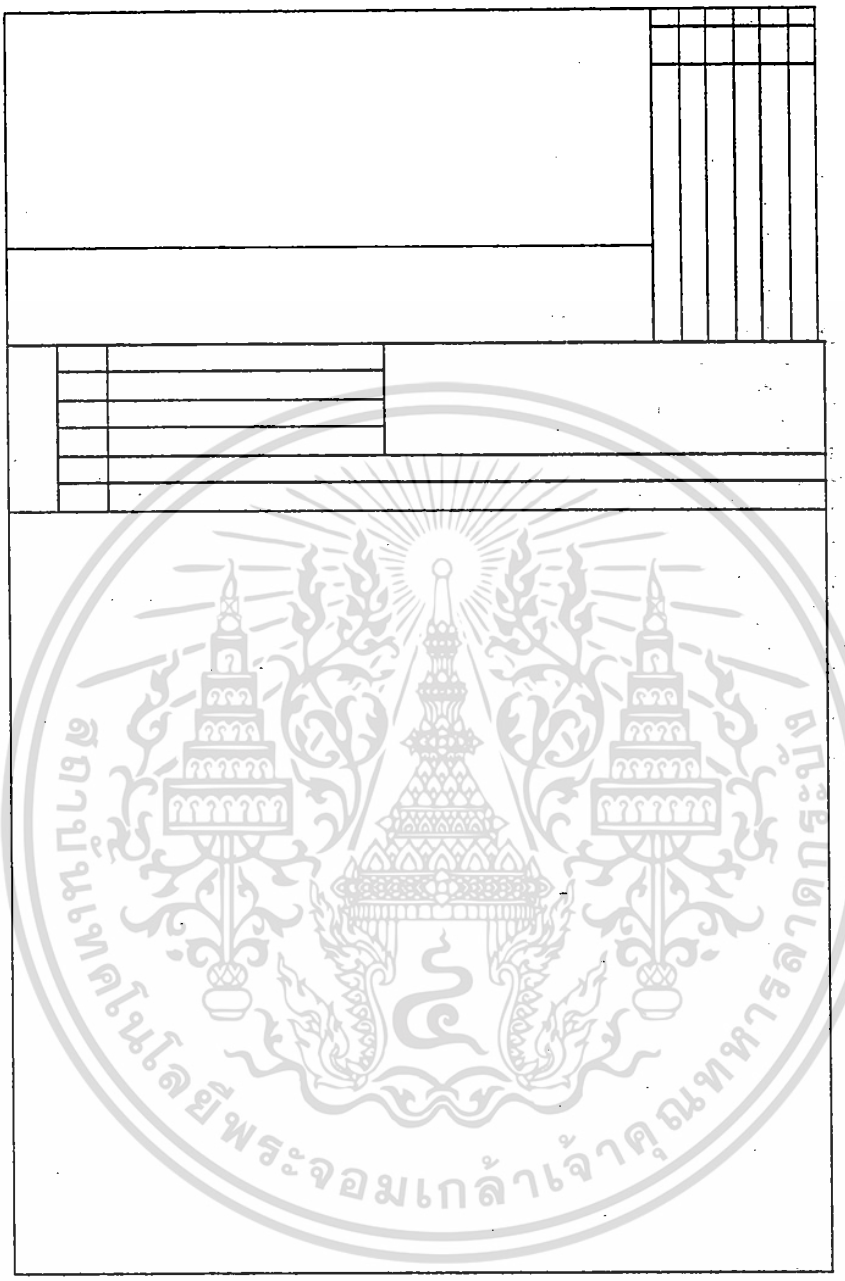
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 24 แนวเส้นตรงที่ได้จากการวิเคราะห์โดยโปรแกรม

จากนั้นโปรแกรมจะหาความสัมพันธ์ของเส้นตรงทั้ง 2 แนว ได้เป็นจุดมุมประเภทต่าง ๆ หลายจุด นำจุดมุมเหล่านั้นมาสร้างเป็นกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า สำหรับดึงข้อมูลเพื่อใช้ในการประมวลในขั้นสูงต่อไป แต่ละกรอบข้อมูลจะแสดงในภาพที่ 25

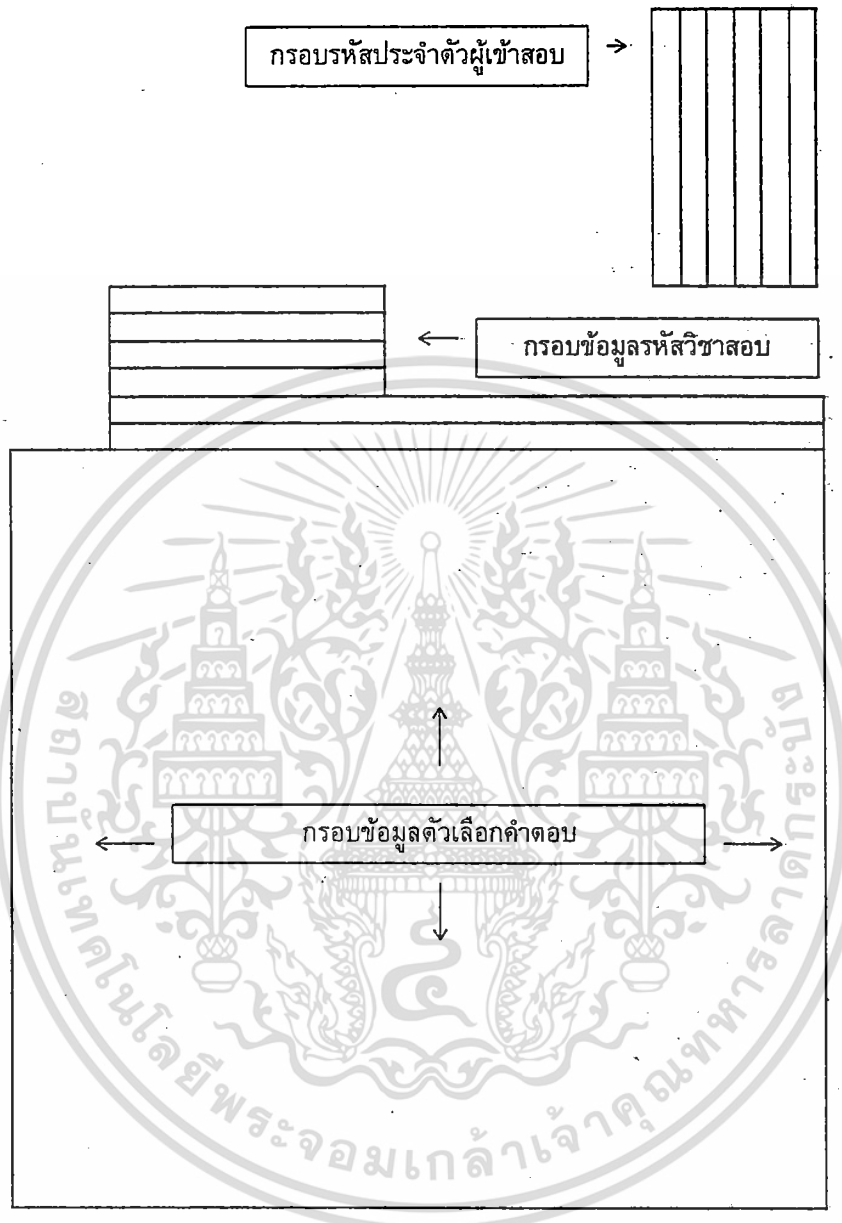
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 25 กรอบข้อมูลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าทั้งหมดที่โปรแกรมหาได้

จากที่เคยกล่าวในบทที่ 3 จะมีกรอบข้อมูลบางกรอบเท่านั้นที่เราจะสนใจไปดึงข้อมูลออกมาเพื่อการประมวลผล จึงเป็นหน้าที่ของผู้ใช้ที่คอยช่วยคอมพิวเตอร์เพื่อระบุว่าต้องการกรอบข้อมูลใด และแต่ละกรอบนั้นจะนำไปใช้ทำอะไร หรือนำไปใช้อย่างไร หลังจากที่โปรแกรมติดต่อกับผู้ใช้เสร็จจะเหลือกรอบข้อมูลที่ต้องการใช้จริง ๆ ดังแสดงในภาพที่ 26

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 26 กรอบข้อมูลที่จำเป็นต่อการใช้งานจริงสำหรับการตรวจข้อสอบ

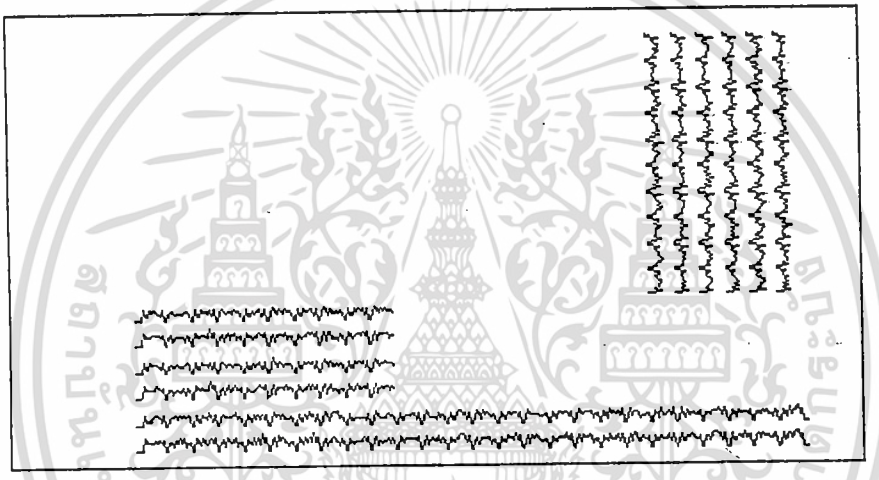
จากที่เคยกล่าวในบทที่ 1 วิธีการตรวจข้อสอบที่นำเสนอในครั้งนี้ต้องให้การตรวจข้อสอบปรนัยมีความยืดหยุ่นมากขึ้น เช่น สามารถตรวจข้อสอบประเภทที่กากบาททับข้อที่ต้องการได้ แต่พบปัญหาว่าขนาดของกากบาทของผู้เข้าสอบแต่ละคนนั้นไม่เท่ากัน ถ้าเราจะใช้การทาบทับกัน (Matching) ของรอยการกากบาทวิธีการที่นำเสนอจะไม่สามารถทำได้ จึงหาทางแก้ไหม่เป็นการพิจารณาจากจำนวนจุดภาพดำที่เกิดขึ้นในแต่ละช่วงที่เราสนใจระหว่างส่วนต้นแบบ (Model Part)

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

กับส่วนอินพุต (Input Part) นั้นก็คือเราสนใจศึกษาเปรียบเทียบความแตกต่างกันของฮิสโตแกรมในแต่ละช่วง ของกรอบข้อมูลที่กำลังพิจารณา

· พิจารณากรอบข้อมูลรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ ในแบบฟอร์มประเภทนี้มีจำนวน 6 กรอบที่วางตัวตามแนวแกนตั้งบนภาพเอกสาร เมื่อทำการโปรเจคชั้นตามแนวแกนนอนเพื่อหาขอบเขตของแต่ละวงกลม ปรากฏค่าฮิสโตแกรม ดังภาพที่ 27 (บนขวา)

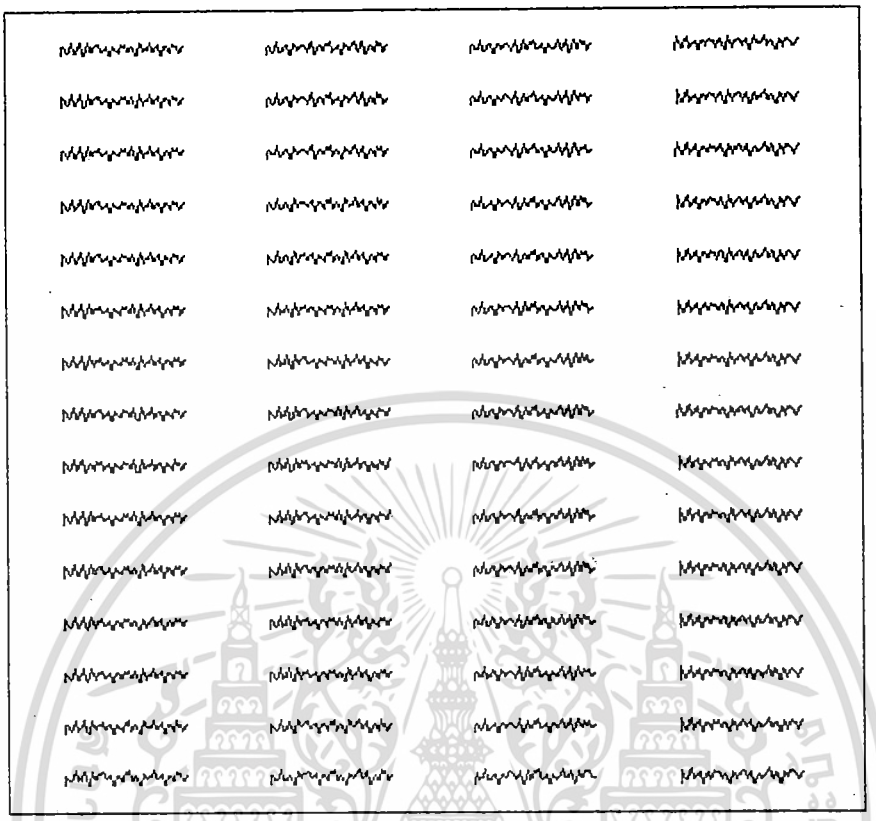
พิจารณากรอบข้อมูลรหัสวิชา ในแบบฟอร์มประเภทนี้มี 6 กรอบวางตัวในแนวแกนนอนบนภาพเอกสาร ทำการโปรเจคชั้นตามแนวแกนตั้งปรากฏค่าฮิสโตแกรม ดังภาพที่ 27 (ล่างซ้าย)



ภาพที่ 27 ฮิสโตแกรมของกรอบข้อมูลรหัสวิชา และรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบจากแบบฟอร์มเปล่า

พิจารณากรอบข้อมูลตัวเลือกคำตอบ ในแบบฟอร์มประเภทนี้มี 1 กรอบวางตัวในแนวแกนนอน แต่ภายในกรอบตัวเลือกคำตอบจำมีข้อสอบอยู่จำนวน 60 ข้อ ทำการโปรเจคชั้นข้อสอบแต่ละข้อตามแนวแกนตั้งปรากฏค่าฮิสโตแกรม ดังภาพที่ 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



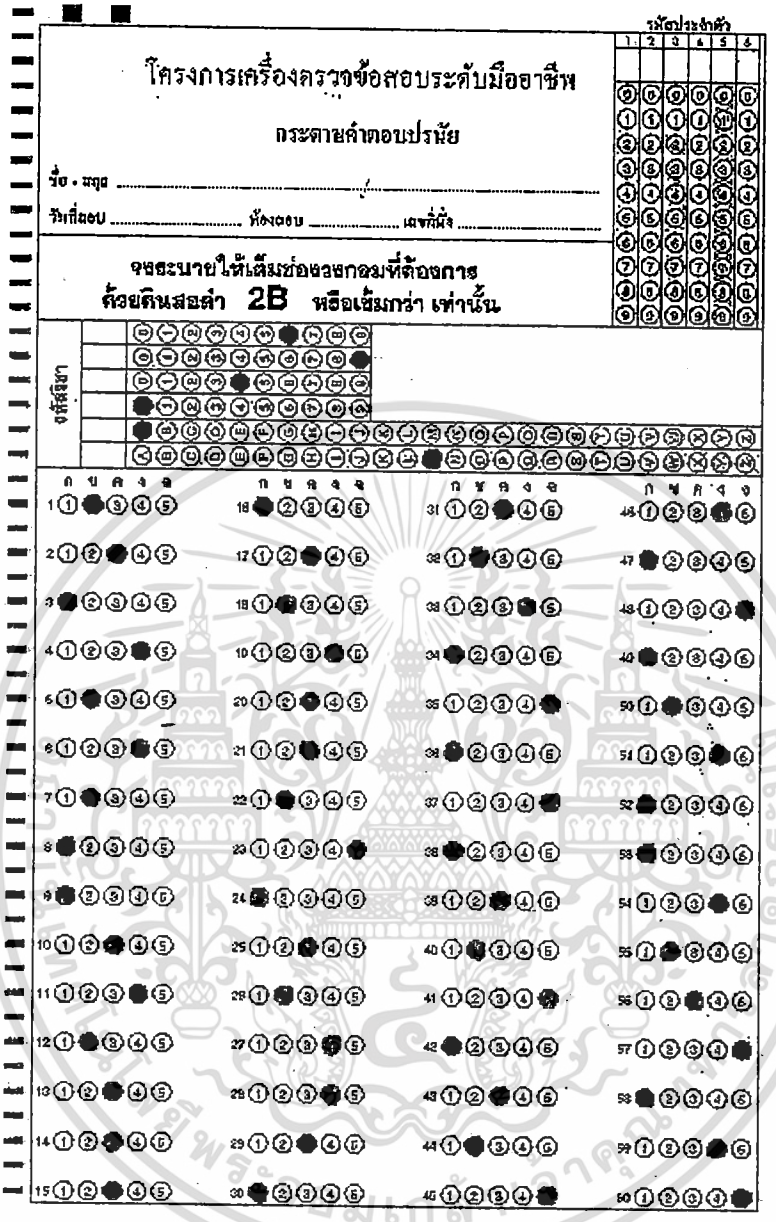
ภาพที่ 28 ฮิสโตแกรมของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มเปล่า

จากภาพที่ 27 และ 28 จะเป็นว่าระดับความสูงของฮิสโตแกรมของแต่ละช่วงจะมีค่าใกล้เคียงกัน ทั้งนี้เพราะฮิสโตแกรมของแต่ละช่วงเกิดจากวงกลมที่มีขนาดเท่ากัน

2. การวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา

ข้อมูลภาพที่อ่านเข้ามาในขั้นตอนนี้จะเป็นภาพเอกสารที่มีความเข้ม 2 ระดับ ความละเอียดของการสแกน 75 จุดต่อนิ้ว เมื่อเก็บค่าต้นแบบของแบบฟอร์มแต่ละประเภทแล้ว จะเห็นว่ายังไม่เพียงพอต่อการตรวจคำตอบ เพราะยังขาดคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละวิชา ในขั้นตอนต่อไปจะเป็นการให้คอมพิวเตอร์สร้างฮิสโตแกรมคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรหัสวิชา ซึ่งจะต้องอ่านภาพเอกสารเข้ามา แล้วทำการวิเคราะห์ว่าเป็นแบบฟอร์มประเภทใดก่อน จากนั้นวิเคราะห์หารหัสวิชาแล้วจึงสร้างฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องของรหัสวิชานั้น

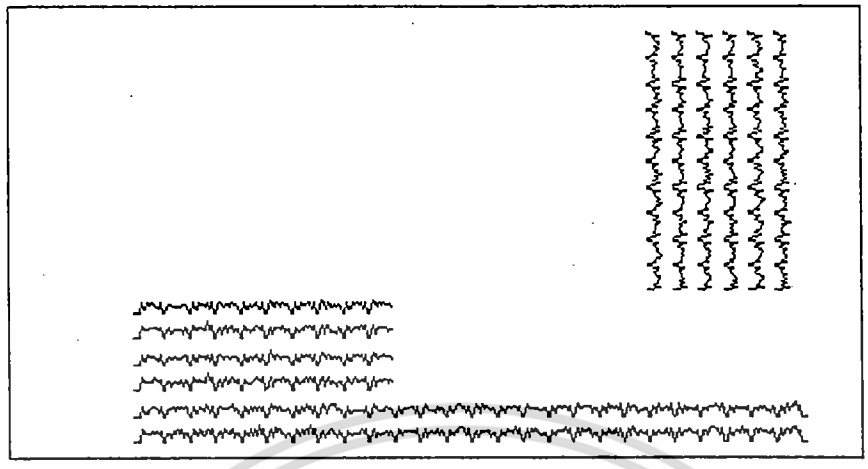
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



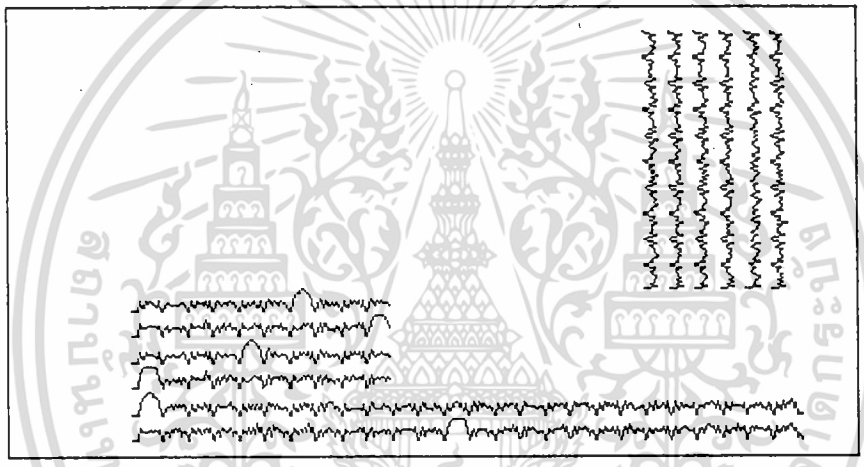
ภาพที่ 29 ภาพเอกสารของคำตอบที่ถูกต้องของวิชา MA0496

จากภาพเอกสารภาพที่ 29 เมื่อสร้างฮิสโตแกรมส่วนรหัสวิชา ดังภาพที่ 30 และส่วนตัวเลือกคำตอบ ดังภาพที่ 31

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

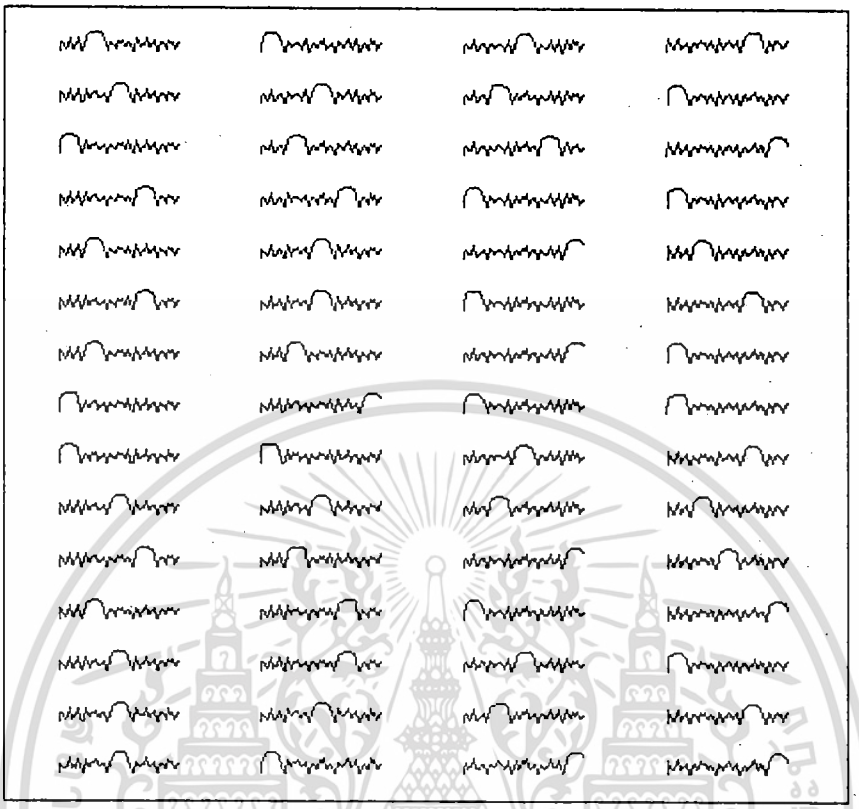


(b)

ภาพที่ 30 ฮิสโตแกรมของรหัสวิชาเปรียบเทียบระหว่างส่วนต้นแบบ (a) กับส่วนอินพุต (b)

จากภาพที่ 30 เราเลือกพิจารณาเฉพาะส่วนรหัสวิชา (ซ้ายล่าง) จะเห็นว่าตำแหน่งที่มีการระบายรอบวงกลม จะปรากฏว่าฮิสโตแกรมมีความสูงอย่างชัดเจน เมื่อโปรแกรมทำการวิเคราะห์หารหัสวิชาก็สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องคือรหัสวิชา MA0496

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



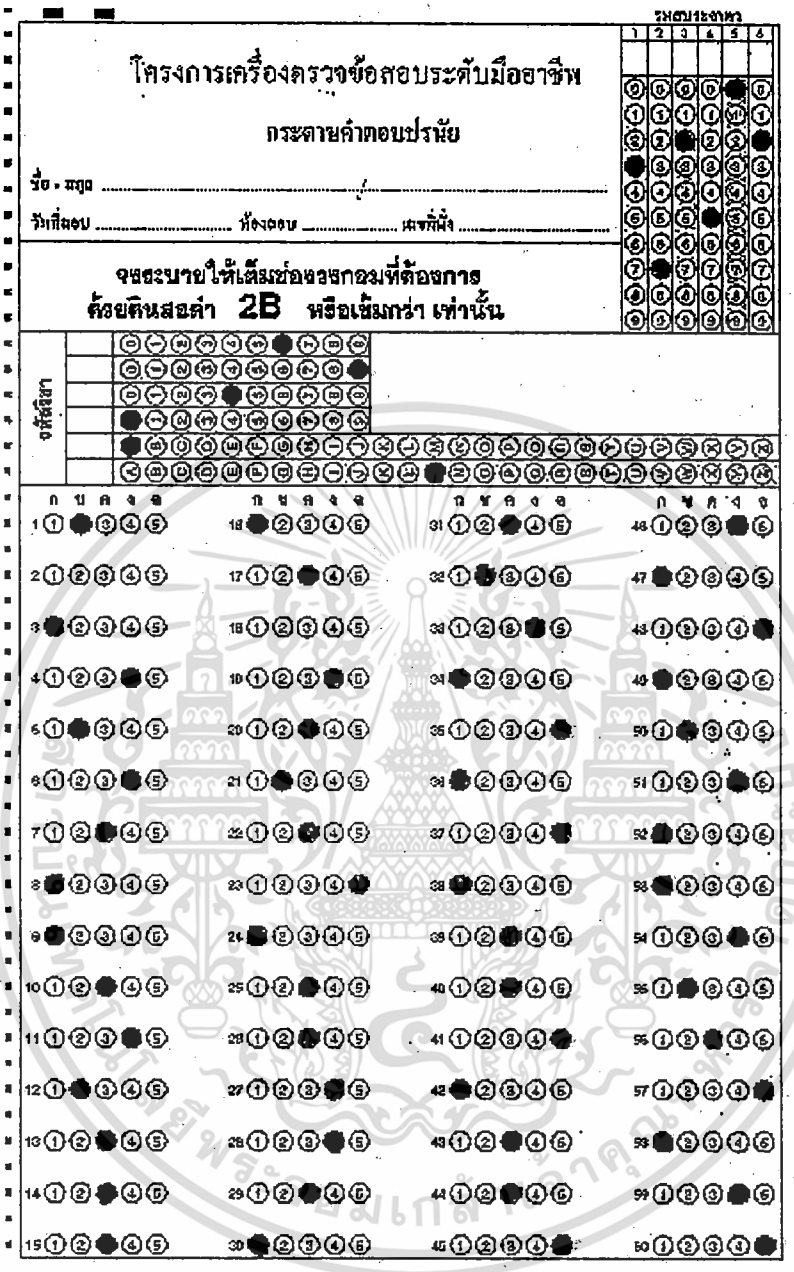
ภาพที่ 31 ฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มอินพุต

จากภาพที่ 31 จากคำตอบทั้ง 60 ข้อเมื่อโปรเจคชั่นตามแนวแกนตั้งทำให้ตำแหน่งของข้อคำตอบที่เป็นข้อที่ถูกมีฮิสโตแกรมที่สูงอย่างชัดเจน เก็บคำตอบส่วนนี้ไว้เพื่อเปรียบเทียบกับส่วนอินพุตในขั้นตอนที่ 3 ต่อไป

3. <u>การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา</u>

ข้อมูลภาพที่อ่านเข้ามาในขั้นตอนนี้จะเป็นภาพเอกสารที่มีความเข้ม 2 ระดับ ความละเอียดของการสแกน 75 จุดต่อนิ้ว จากนี้จะเป็นการตรวจข้อสอบปรนัย โดยจะเริ่มจากการหาประเภทของแบบฟอร์มคำตอบ เมื่อได้แบบฟอร์มแล้ว จะสร้างฮิสโตแกรมของส่วนรหัสวิชาและรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบเพื่อวิเคราะห์หารหัสวิชา และรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ แล้วสร้างฮิสโตแกรมของส่วนคำตอบที่ผู้เข้าสอบแต่ละคนเลือก เพื่อทำการเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกต้องที่เคยทำไว้ในขั้นตอนที่ 2

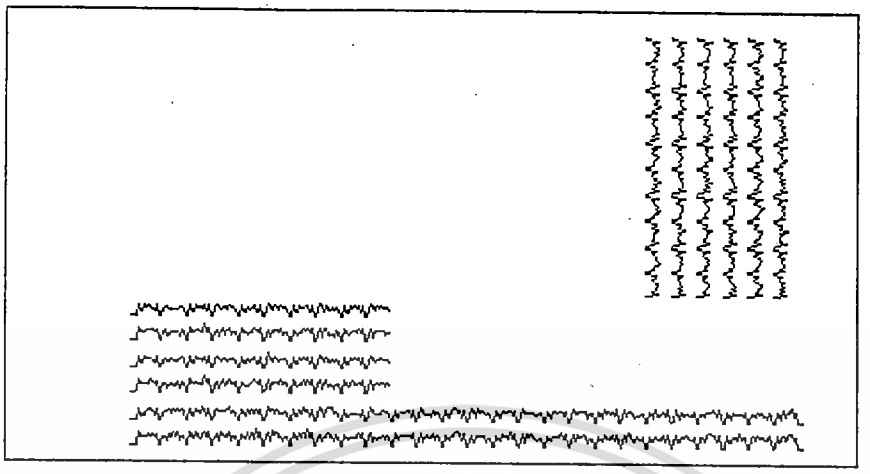
เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



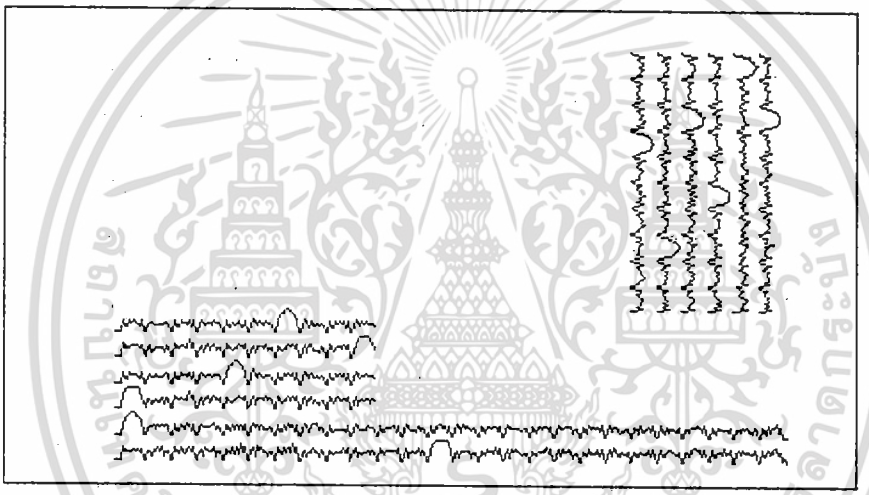
ภาพที่ 32 ภาพเอกสารตัวเลือกคำตอบวิชา MA0496 ของผู้เข้าสอบรหัส 372502

นำข้อมูลภาพจากภาพที่ 32 ไปสร้างฮิสโตแกรมเฉพาะส่วนรหัสวิชา และส่วนรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบ ดังภาพที่ 33 และส่วนตัวเลือกคำตอบ ดังภาพที่ 34

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



(a)

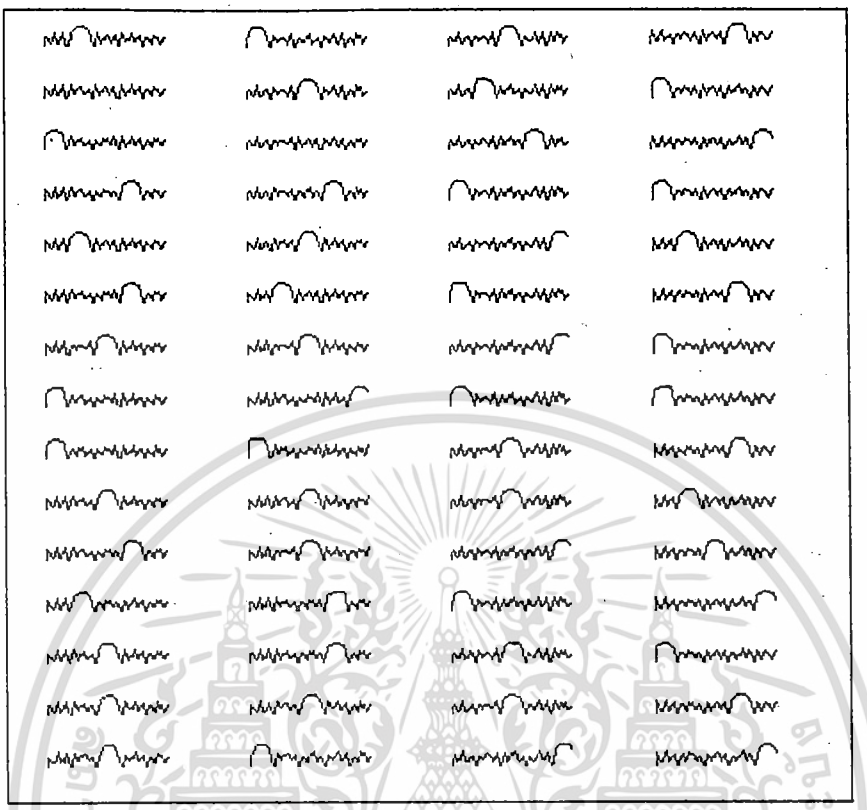


(b)

ภาพที่ 33 ฮิสโตแกรมของรหัสวิชา และรหัสผู้เข้าสอบเปรียบเทียบระหว่างส่วนต้นแบบ (a) กับส่วนอินพุต (b)

จากภาพที่ 33 เลือกพิจารณาเฉพาะส่วนรหัสวิชา (ซ้ายล่าง) จะเห็นว่าตำแหน่งที่มีการระบายรอบวงกลมปรากฏว่าฮิสโตแกรมมีความสูงอย่างชัดเจน เมื่อโปรแกรมทำการวิเคราะห์หารหัสวิชาก็สามารถวิเคราะห์ได้ถูกต้องคือรหัสวิชา MA0496 และเช่นกันเมื่อวิเคราะห์ส่วนรหัสประจำตัวผู้เข้าสอบจะได้รหัสประจำตัวผู้เข้าสอบคือ 372502 ได้ถูกต้องตามที่มีการระบายบนภาพเอกสาร

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 34 ฮิสโตแกรมของคำตอบที่ถูกเลือกของข้อสอบแต่ละข้อจากแบบฟอร์มอินพุต

จากภาพที่ 31 และ 34 เมื่อเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมในแต่ละข้อทำให้พบว่า

เวลาที่ใช้ในการทำงานทั้งหมดเท่ากับ 1.538 วินาที บนเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ 80486

รหัสผู้เข้าสอบ	372502				
รหัสวิชาที่สอบ	MA0496				
ทำคะแนนได้	52	ข้อ	จาก	60	ข้อ
ตอบผิด	8	ข้อ	จาก	60	ข้อ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้อสอบข้อที่ตอบผิดคือ

Answer No.	True Answer Histogram	Input Answer Histogram
5	30 33 85 30 30	30 42 33 41 30
10	33 87 33 30 30	33 44 33 41 30
22	33 30 90 30 30	33 83 33 30 30
25	30 85 33 30 30	30 33 90 30 30
26	33 84 33 30 30	33 30 90 30 30
39	33 87 33 30 30	33 30 90 30 30
42	33 90 33 30 30	33 30 90 30 30
55	33 87 33 33 30	33 30 90 33 30

ภาพที่ 35 แสดงข้อสอบที่โปรแกรมตรวจวิเคราะห์แล้วปรากฏว่าไม่ตรงกับคำตอบที่ถูกต้อง

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 5

สรุปผลและข้อเสนอแนะ

ในงานวิจัยครั้งนี้เป็นการนำเสนอวิธีการใหม่ของการตรวจข้อสอบปรนัยด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ เพื่อทดแทนการตรวจข้อสอบด้วยระบบแสงที่ยังไม่มีความยืดหยุ่นในการตรวจข้อสอบปรนัยที่เป็นประเภทกากบาท โดยในงานวิจัยนี้ได้เสนอใช้การเปรียบเทียบความแตกต่างของฮิสโตแกรมระหว่างส่วนต้นแบบ (Model Part) กับส่วนอินพุต (Input Part) ในการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ ประกอบด้วยขั้นตอนหลักในการทำงาน 3 ขั้นตอน คือ

1.) การวิเคราะห์ส่วนประกอบของแบบฟอร์มข้อสอบเปล่าเพื่อสร้างฟอร์มไลบรารี

2.) การวิเคราะห์หาคำตอบที่ถูกต้องของแต่ละรายวิชา แล้วจัดเก็บลงในฟอร์มไลบรารี และ

3.) การตรวจคำตอบเพื่อนับคะแนนของนักเรียนแต่ละคนในแต่ละรายวิชา

จากผลการทดลองพบว่าวิธีที่นำเสนอสามารถตรวจข้อสอบได้รวดเร็ว มีความยืดหยุ่น และมีความถูกต้องสูง ทั้งนี้เพราะการตรวจข้อสอบจะไม่ใช้การเปรียบเทียบของตำแหน่งจุดภาพ แต่จะใช้ความแตกต่างกันของฮิสโตแกรมในแต่ละช่วงที่เราสนใจแทน

<u>ปัญหาที่พบและข้อเสนอแนะ</u>

ปัญหาที่พบของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติ คือ ปัญหาคุณภาพของภาพเอกสารที่ได้จากการสแกนภาพทางสแกนเนอร์ไม่ดีพอ เช่น แนวเส้นตรงไม่ชัดเจนทำให้ไม่สามารถวิเคราะห์หาประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาได้ หรือการเกิดกลุ่มสัญญาณรบกวนบนภาพเอกสารที่มีขนาดโตเกินไป (จนบางไม่สามารถขจัดออกไปได้) ทำให้เกิดฮิสโตแกรม 2 กลุ่ม คือ กลุ่มที่ผู้เข้าสอบระบายจริง กับกลุ่มสัญญาณรบกวน ซึ่งจะทำให้โปรแกรมแปลความหมายผิดจากความเป็นจริงไป

ในปัจจุบันการทำงานของระบบตรวจข้อสอบปรนัยอัตโนมัติสามารถยอมรับได้ในระดับหนึ่ง แต่ยังไม่มีความยืดหยุ่นในการติดต่อกับผู้ใช้เพียงพอ กล่าวคือ การตรวจข้อสอบปัจจุบันสามารถทำได้กับแฟ้มข้อมูลภาพที่สแกนเก็บไว้ก่อนล่วงหน้า (off-line Processing) เท่านั้น แนว

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ทางในการพัฒนาต่อไปผู้วิจัยจึงจะให้ระบบตรวจข้อสอบปรนัยสามารถทำงานได้ทั้งประเภท off-line และแบบติดต่อกับสแกนเนอร์โดยตรง (on-line Processing) ซึ่งจะทำให้การทำงานเหมือนจริงมากยิ่งขึ้น ซึ่งการจะติดต่อสแกนเนอร์ได้ดีนั้นก็ควรพัฒนาโปรแกรมภาพได้ระบบปฏิบัติการวินโดว์สที่มีการจัดการเกี่ยวกับอุปกรณ์รอบข้างต่าง ๆ ดีกว่าระบบปฏิบัติการดอส

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

[1] ทัศนีย์ ชังเทศ และ สมภพ ถาวรยิ่ง. *การวิเคราะห์การถดถอยและสหสัมพันธ์,* โรงพิมพ์มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์, กรุงเทพฯ, 2530.

[2] H.S. Baird, "The Skew of printed documents," *Proc. of Society of Photographic Scientists and Engineers*, Vol.40, pp. 21-24, 1987.

[3] A. Dengel, "ANASTASIL : A System for Low-level and High-level Geometric Analysis of printed documents," In *Structured Document Image Analysis,* H.S. Baird., H. Bunke., and K. Yamamoto., eds., Springer-Verlag, pp. 70-98, 1992.

[4] M. Sonka, V. Hlavac, and R. Boyle, *Image Processing, Analysis and Machine Vision,* Chapman & Hall Computing, Boundary Row, London, 1993.

[5] S. Nakamura, *Applied Numerical Method in C,* Prentice Hall International Inc., 1993.

[6] R.C. Gonzalez and R.E. Woods, *Digital Image Processing,* Addison-Wesley, 1992.

[7] R. Casey, D. Ferguson, K. Mohiuddin and E. Walach,"Intellegent Form Processing Systems", *Machine Vision and Application,* Vol. 5, pp.143-155, 1992.

[8] T. Watanabe et al., "Layout Recognition of Multi-Kinds of Table-Form Documents", *IEEE Transection on Pattern Analysis and Machine Intellegence.* Vol. 17, No. 4, pp.432-445, 1995.

[9] A.Ting, M.K. Leung, S.C. Hui, and K.Y. Chan, "A Syntactic Business Form Classifier", *Proc. of the third International Conference on Document Analysis and Recognition.* Vol. 1, pp. 301-304, 1995.

[10] J.Liu, X. Ding, and Y. Wu, "Description and Recognition of Form and Automated Form Data Entry", *Proc. of the third, International Conference on Document Analysis and Recognition.* Vol. 2, pp. 579-582, 1995.

[11] Y. Hirayama, "A Method for Table Structure Analysis Using DP Matching", *Proc. of the third International Conference on Document Analysis and Recognition.* Vol. 2, pp. 583-586, 1995.

[12] S.L. Taylor, R. Fritzon and J.A. Pastor, "Extraction of Data form Preprinted Form", *Machine Vision Application.* Vol. 5, pp. 211-222, 1992.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้