สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

ระบบประมวลผลแบบฟอร์ม

หัวหน้าโครงการ

ผศ.ดร.ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี

โครงการวิจัยปีงบประมาณ 2540

สำนักวิจัยและบริการคอมพิวเตอร์

สถาบันเทคโนโลยีพระจอมเกล้าเจ้าคุณทหารลาดกระบัง

RCH
TA
1637
ฝ356ร

เลขหมู่.....
เลขทะเบียน 30203
วัน, เดือน, ปี 16 มิ.ย. 2541

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4 มิ.ย. 2541

ระบบประมวลผลแบบฟอร์ม

บทคัดย่อ

งานวิจัยนี้นำเสนอระบบประมวลผลแบบฟอร์ม ที่ใช้หลักการของการประมวลผลภาพเป็นพื้นฐาน โดยระบบงานนี้จะเป็นการพัฒนาให้ไมโครคอมพิวเตอร์ทำงานร่วมกับสแกนเนอร์ ขั้นตอนการประมวลผลเริ่มจากภาพเอกสารสองระดับจากเครื่องสแกนเนอร์ จากนั้นสร้างโปรแกรมเพื่อการประมวลผลภาพ ซึ่งในงานวิจัยนี้แบ่งออกเป็น 2 ขั้นตอนหลัก ขั้นตอนแรกการประมวลผลขั้นต้นประกอบด้วยการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้อัลกอริธึ่มของ kfill และการแก้ความเอียงของหน้าเอกสาร ขั้นตอนที่สองเป็นการประมวลผลแบบฟอร์มเอกสาร ประกอบด้วยการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสาร โดยพิจารณาเส้นตรงในแนวนอนเป็นหลักในการแยกประเภทของแบบฟอร์ม และการจัดเก็บฟิลด์ข้อมูลลงในฟอร์มไลบรารี จากนั้นทำการจำแนกข้อมูลที่ต้องการใช้งานจากข้อมูลนำเข้า โดยเปรียบเทียบข้อมูลนำเข้ากับโมเดลของฟอร์มในฟอร์มไลบรารี และการจำแนกฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการใช้งานโดยพิจาณาจากจุดภาพดำที่เกิดขึ้นภายในกรอบของฟิลด์นั้น จากการวิจัยในครั้งนี้ทำให้ได้ต้นแบบของระบบการประมวลผลแบบฟอร์มด้วยความรวดเร็ว และมีประสิทธิภาพ สามารถระบบนี้สามารถนำไปประยุกต์ใช้กับงานประมวลผลแบบฟอร์มประเภทต่างๆ ได้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

Form Processing System

ABSTRACT

In this research, an image-processing oriented form processing system is developed by using PC-typed micorcomputer connecting to a flatbed scanner. The input of the system is a binary image obtained from the scanner by mean of thresholding. The processing consists of 2 steps. In the first step, noise reduction is performed by KFILL algorithm, followed by a skew detection technique. In the second step, the construction of form models is achieved by extracting horizontal lines in the image. Those lines will be used for the form classification purpose and also helpful for the localization of data fields within the form. In the operational phase, after the type of the input form is identified, the filled data can be extracted from the data fields by comparing the input image with the corresponding stored model. From this research, we obtained a generic form processing system. Such a system can be adapted to many applications.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สารบัญ

บทคัดย่อ 2

ABSTRACT 3

บทที่ 1 : บทนำ 5

ที่มาของงานวิจัย 5

วัตถุประสงค์ของการวิจัย 5

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ 5

เนื้อหาของงานวิจัย 6

บทที่ 2 : การประมวลผลขั้นต้น 7

การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยอัลกอริธึม kFill 7

การประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร 10

บทที่ 3 : การประมวลผลแบบฟอร์ม 17

การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสาร 17

ฟอร์มไลบรารี 24

การจำแนกฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการใช้งาน 25

บทที่ 4 : บทสรุปและข้อเสนอแนะ 27

เอกสารอ้างอิง 28

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 1
บทนำ

ที่มาของงานวิจัย

ในปัจจุบันแบบฟอร์มเอกสารสำเร็จรูปจำนวนมากที่นำมาใช้งานในองค์กรต่างๆ เช่น เช็คธนาคาร แบบฟอร์มภาษีเงินได้ เป็นต้น แบบฟอร์มดังกล่าวเป็นฟอร์มเปล่าเพื่อให้ผู้ใช้กรอกหรือเติมข้อมูลลงบนฟอร์มเปล่า จากนั้นหน่วยงานจึงรวบรวมแบบฟอร์มดังกล่าวมาบันทึกข้อมูลลงระบบคอมพิวเตอร์ จากระบบการดำเนินงานในปัจจุบันจะต้องมีผู้บันทึกข้อมูลจากฟอร์มดังกล่าวลงในระบบคอมพิวเตอร์ ซึ่งถ้าฟอร์มดังกล่าวมีการกรอกรายละเอียดมาก และมีจำนวนเอกสารมาก จะทำให้เสียเวลาการดำเนินงาน เสียค่าใช้จ่ายสูง และยังอาจทำให้การบันทึกข้อมูลผิดพลาดได้ง่าย ในงานวิจัยนี้นำเสนอการประมวลผลแบบฟอร์มโดยใช้หลักการของการประมวลผลภาพ จะสามารถจำแนกข้อมูลที่ต้องการออกได้อย่างยืดหยุ่น รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือ

วัตถุประสงค์ของการวิจัย

1. เพื่อศึกษาแนวทางในการพัฒนาโปรแกรมต้นแบบเพื่อจำแนกส่วนของข้อมูลที่ต้องการใช้งานออกจากแบบฟอร์มมาตรฐานได้ โดยใช้หลักการของการประมวลผลภาพเป็นพื้นฐานในการพัฒนาโปรแกรม
2. พัฒนาโปรแกรมต้นแบบสำหรับการประมวลผลแบบฟอร์มตามแนวทางที่ได้ศึกษาไว้
3. ต้องการระบบประมวลผลแบบฟอร์มที่มีความยืดหยุ่น รวดเร็ว มีประสิทธิภาพ และมีความน่าเชื่อถือ

ประโยชน์ที่คาดว่าจะได้รับ

1. โปรแกรมประมวลผลแบบฟอร์มที่พัฒนาขึ้น สามารถนำไปใช้ได้ในระบบงานจริง มีความถูกต้อง รวดเร็ว ยืดหยุ่น และผลลัพธ์ที่ได้มีความน่าเชื่อถือ
2. เป็นโปรแกรมต้นแบบของการพัฒนาซอฟท์แวร์ร่วมกับฮาร์ดแวร์ในการจำแนกส่วนของข้อมูลที่ต้องการออกจากแบบฟอร์มเอกสารมาตรฐานได้
3. เป็นต้นแบบของงานวิจัยในสาขาที่เกี่ยวข้อง เช่น งานวิจัยสาขาประมวลผลแบบฟอร์ม

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เนื้อหาของงานวิจัย

ระบบประมวลผลแบบฟอร์มนี้ พัฒนาภายใต้หลักการของการประมวลผลภาพ (Image Processing) เป็นพื้นฐาน โดยการกำหนดให้เครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ส่งสัญญาณควบคุมไปยังเครื่องสแกนเนอร์ให้สร้างข้อมูลภาพสำหรับการประมวลผลส่งกลับมายังเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์ จากนั้นก็สร้างโปรแกรมเพื่อทำการประมวลผลกับภาพที่ได้จากสแกนเนอร์ โดยวิธีการวิจัยของระบบประมวลผลแบบฟอร์ม แบ่งเป็น 2 ขั้นตอน คือ

1. การประมวลผลขั้นต้น เพื่อปรับปรุงคุณภาพของข้อมูลภาพ ซึ่งจะกล่าวถึงการกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction) การแก้ความเอียงของหน้าเอกสาร และการหมุนภาพเอกสารกลับ (Skew Correction)

2. การประมวลผลฟอร์มเอกสาร แบ่งออกเป็น 3 ขั้นตอน คือ

2.1 การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสาร ซึ่งในการประมวลผลขั้นตอนนี้จะเป็นการทำให้คอมพิวเตอร์มีความเข้าใจถึงโครงสร้างของแบบฟอร์มเอกสารแต่ละประเภท โดยข้อมูลที่ได้จากการทำงานในขั้นตอนนี้จะเก็บลงฐานข้อมูลที่มีชื่อเรียกเฉพาะว่า "ฟอร์มไลบรารี"

2.2 การสร้างฐานข้อมูลส่วนของการเก็บบันทึกฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการใช้งาน

2.3 การจำแนกส่วนของข้อมูลที่ต้องการใช้งาน โดยการหาประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาจากฐานข้อมูล Form Library และการวิเคราะห์หาส่วนของฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการออก

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 2
การประมวลผลขั้นต้น

ข้อมูลภาพที่สแกนเข้ามาจากเครื่องสแกนเนอร์ อาจเป็นข้อมูลภาพที่ไม่พร้อมสำหรับการประมวลผลจริง เพราะเอกสารที่สแกนเข้ามาอาจเกิดจุดภาพที่ไม่พึงประสงค์ ดังนั้นต้องทำการกำจัดจุดภาพเหล่านั้นออกจากภาพเอกสารที่อาจเกิดจากรอยยับของกระดาษ รอยเปื้อน หรือเกิดจากฟังก์ชั่นในการแปลงจากข้อมูลเชิงอนาลอกไปเป็นข้อมูลเชิงดิจิตอล ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวน โดยใช้อัลกอริธึมของ kFill โดยการกำหนดมาส์กหรือหน้าต่างในการทดลองเท่ากับ 3 x 3

นอกจากนี้แล้วยังมีการประมวลผลที่มีความจำเป็น คือ การแก้ความเอียงของหน้าเอกสาร ซึ่งอาจเกิดขึ้นได้ระหว่างการสแกนฟอร์มเอกสารเข้ามา ดังนั้นก่อนการประมวลผลจริงจึงต้องทำการแก้ความเอียงของหน้าเอกสารก่อน โดยจะใช้แนวของตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายของบรรทัดภาพนำมาประมาณสมการเชิงเส้นด้วยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แล้วก็ประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสารจากสมการเส้นตรงที่ประมาณได้

1. การกำจัดสัญญาณรบกวนโดยอัลกอริธึม kFill

จากที่กล่าวมาในเรื่องสัญญาณรบกวนที่เกิดบนภาพในตอนต้น เนื่องจากสัญญาณรบกวนมี 2 ประเภท คือ มีจุดภาพดำปรากฏอยู่บนกลุ่มของจุดภาพขาวที่เป็นภาพพื้นหลัง และจุดภาพขาวปรากฏอยู่บนกลุ่มของจุดภาพดำที่เป็นภาพตัวอักษร ดังนั้นการกำจัดสัญญาณรบกวนต้องพิจารณาเติมค่าทั้งสองกรณีไปพร้อมกัน kFill [11] เป็นวิธีที่เหมาะสำหรับการกำจัดสัญญาณรบกวนบนข้อมูลภาพเอกสาร โดยเป็นวิธีการเลือกเติมค่าของทุกๆ ตำแหน่งจุดภาพโดยพิจารณาร่วมกับค่าของจุดภาพข้างเคียง เช่น จำนวนจุดภาพขาวหรือดำที่ปรากฏในตำแหน่งของกลุ่มจุดภาพข้างเคียงทั้งหมด จำนวนจุดภาพขาวหรือดำในตำแหน่งจุดมุมทั้ง 4 ของกรอบหน้าต่าง และช่วงของความต่อเนื่องกันของตำแหน่งจุดภาพขาวหรือดำที่อยู่ล้อมรอบกลุ่มของจุดภาพที่เราสนใจ

หลักการของ kFill

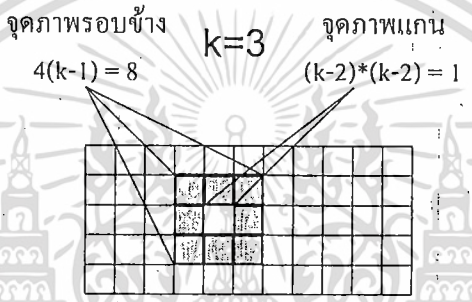
การพิจารณาเติมค่าลงในตำแหน่งจุดภาพใดๆ บนภาพเอกสารโดยวิธี kFill จะต้องพิจารณาร่วมกันระหว่างค่าของกลุ่มตำแหน่งจุดภาพที่กำลังสนใจกับค่าตำแหน่งจุดภาพที่อยู่รอบ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ข้าง ดังนั้นเราจึงต้องสร้างกรอบหน้าต่างหรือมาส์ก (Mask) สำหรับการพิจารณาเติมค่า ซึ่งเราจะกำหนดขนาดของหน้าต่างเพื่อคลอบข้อมูลภาพไว้ขนาดเท่ากับ k x k จุดภาพ

จากหน้าต่างขนาด k x k จุดภาพ จะพบว่ามีกลุ่มของจุดภาพที่เราเรียกว่า "จุดภาพแกน" (core) ซึ่งจะใช้กำหนดให้เป็นกลุ่มของจุดภาพที่เราสนใจพิจารณาเติมค่าได้เท่ากับ $(k-2)$x$(k-2)$ จุดภาพ และอีก $4(k-1)$ เป็นกลุ่มจุดภาพที่อยู่รอบนอกของกลุ่มจุดภาพที่เราสนใจพิจารณาเติมค่าเราจะเรียกว่า "จุดภาพรอบข้าง" (neighborhood)

ในขั้นตอนของการพิจารณาเติมค่ากลุ่มจุดภาพที่เป็นกลุ่มจุดภาพแกนของแต่ละกรอบหน้าต่างว่าจะเติมเป็นกลุ่มของจุดภาพดำ (ON) หรือขาว (OFF) จะเป็นการพิจารณากลุ่มของจุดภาพแกนกับเงื่อนไขของกลุ่มของจุดภาพรอบข้าง ดังนี้



ภาพที่ 1 จุดภาพที่ใช้ในการกำจัดสัญญาณรบกวนโดยใช้อัลกอริธึมของ kFill

การพิจารณาเติมค่ากลุ่มของจุดภาพแกนให้เป็นกลุ่มของจุดภาพดำ ต้องเป็นไปตามเงื่อนไขดังนี้

1. กลุ่มของจุดภาพแกนทั้งหมดต้องเป็นจุดภาพขาว และ
2. เงื่อนไขของกลุ่มจุดภาพรอบข้าง ให้พิจารณาตัวแปร 3 ตัวต่อไปนี้

   n : จำนวนของจุดภาพดำ

   c : จำนวนกลุ่มของจุดภาพดำที่เชื่อมต่อเนื่องกัน

   r : จำนวนของจุดภาพดำที่พบบนมุมทั้ง 4 ของหน้าต่าง

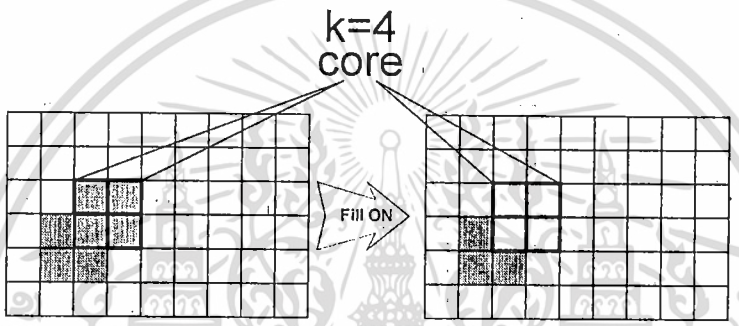
โดยค่าตัวแปรทั้ง 3 ต้องเป็นไปตามสมการ

$$(c=1)\,and\,[(n>3k-4)\,or\,((n=3k-4)\,and\,(r=2))] \quad \ldots\ldots\ldots(1)$$

ถ้าเราพบว่ากลุ่มของจุดแกนและจุดภาพรอบข้างเป็นไปตามเงื่อนไขทั้ง 2 ก็ให้เติมค่ากลุ่มของจุดภาพแกนเป็นกลุ่มของจุดภาพดำ แต่ถ้าไม่เป็นไปตามเงื่อนไขที่กำหนดไว้ก็ให้เติมกลุ่มของจุดภาพแกนเป็นกลุ่มของจุดภาพขาว สำหรับการเลือกเติมกลุ่มของจุดภาพแกนให้เป็นกลุ่มของจุดภาพขาวก็พิจารณาในทางตรงกันข้ามกันกับการพิจารณาเติมค่ากลุ่มของจุดภาพแกนเป็นกลุ่มจุดภาพดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ 1 เป็นสมการอธิบายสมการความสัมพันธ์ของการพิจารณาเติมค่าตำแหน่งจุดภาพแกนจากจุดภาพรอบข้าง ความหมายของตัวแปรในตำแหน่งจุดภาพรอบข้างแต่ละตัวจะอธิบายได้ดังนี้ n และ r จะเป็นตัวแปรที่จะเป็นไปตามขนาดของหน้าต่าง k โดยตัวแปร n จะเป็นพารามิเตอร์ที่สำคัญที่จะบอกว่าควรจะเติมจุดภาพแกนเป็นอะไรดี ยกตัวอย่างเช่นถ้าจุดภาพแกนเป็นจุดภาพขาวทั้งหมดนั้นคือต้องพิจารณาเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ และถ้าจำนวนจุดภาพดำที่อยู่ในกลุ่มจุดภาพรอบข้างมากกว่า $3k-4$ จุดภาพก็ควรจะเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ แต่ก็ยังเติมไม่ได้เสียทีเดียวเพราะต้องพิจารณาตัวแปร c ประกอบอีกหนึ่งตัว เพราะตัวแปร c จะเป็นตัวแปรสำหรับรักษาคุณสมบัติของวัตถุ 2 วัตถุที่อยู่ใกล้กันไม่ให้เกิดการเชื่อมติดกัน หรืออีกกรณีหนึ่งก็คือไม่ทำให้วัตถุหนึ่งวัตถุใดเกิดการแยกขาดจากกัน ภายหลังจากการเติมค่าจุดภาพแกน



ภาพที่ 2 ลักษณะการเลือกเติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพดำ และภาพผลลัพธ์

จากตัวอย่างภาพที่ 2 จะเห็นได้ว่าจุดภาพแกนทุกจุดเป็นภาพดำ (ON) ดังนั้นเราจะพิจารณาค่าจุดภาพแกนเป็นจุดภาพขาว (OFF) เมื่อพิจารณาเงื่อนไขของจุดภาพขาวในตำแหน่งจุดภาพรอบข้าง พบว่าจำนวนช่วงของความต่อเนื่องกันของจุดภาพขาว : $c=1$ และ เมื่อพิจารณาจำนวนจุดภาพขาวนับได้ : $(n=9)>(3k-4=8)$ ฉะนั้นให้เติมจุดภาพแกนเป็นจุดภาพขาว

อัลกอริธึม kFill ที่นำเสนอในรายงานวิจัยก่อนหน้านั้น ในแต่ละรอบของการพิจารณาเติมค่าจุดภาพแกน จะแบ่งการประมวลผลออกเป็น 2 ขั้นตอนย่อย ๆ คือ

1. การพิจารณาเติมค่ากลุ่มของจุดภาพแกนให้เป็นกลุ่มจุดภาพดำ (Fill ON) และ
2. การพิจารณาเติมค่ากลุ่มของจุดภาพแกนให้เป็นกลุ่มจุดภาพขาว (Fill OFF)

กล่าวคือในทุกกลุ่มจุดภาพแกนที่พิจารณานั้น จะต้องทำสองขั้นตอนไปพร้อมๆกันซึ่งจากการวิธีการนี้ ทำให้ทุกกลุ่มจุดภาพแกนได้รับการพิจารณาทุกกรณี ทั้งการเติมจุดภาพขาวและการเติมจุดภาพดำ ในภาพที่ 3 a) เป็นตัวอย่างของภาพเอกสารเริ่มต้นที่มีสัญญาณรบกวนทั้งที่เป็นจุดภาพดำและขาว ภาพที่ 3 b) ถ้าเรากำหนดขนาดของหน้าต่างเพื่อการประมวลผลเป็น 3x3 จะได้จุดภาพแกน (k-2)x(k-2) เท่ากับ 1 จุดภาพ และจุดภาพรอบข้างจำนวน 4(k-1) เท่ากับ 8 จุดภาพ เรากำหนด

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

การประมาณค่าความเอียงของแบบฟอร์มเอกสาร หาได้จากแนวของตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้าย อัลกอริธึมที่นำเสนอนี้ได้พัฒนามาจาก Left Margin Search : LMS ที่ได้ทำการศึกษาไว้โดย Dangel [5] โดยพิจารณาแนวของตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายสุดของบรรทัดข้อมูลภาพที่ยาวที่สุดในการประมาณค่ามุมเอียงของหน้าเอกสาร จากวิธีการของ LMS ยังไม่ครอบคลุมนัก ดังนั้นได้เสนอเพิ่มเติมโดยการนำจุดภาพดำเหล่านั้นมาหาสมการตัวแทนโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด แล้วก็ประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสารจากสมการตัวแทนนั้นเอง แบ่งการทำงานของการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสารออกเป็น 4 ขั้นตอน

1. <u>การหาตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายของบรรทัดข้อมูลภาพ</u>

ในการหาตำแหน่งของจุดภาพดำทางซ้ายของแต่ละบรรทัดข้อมูลภาพ จะสามารถทำได้โดยการเลือกสแกนทีละบรรทัดภาพเพื่อหาตำแหน่งจุดภาพดำตำแหน่งแรก โดยกำหนดเวคเตอร์ V สำหรับเก็บค่าตำแหน่งคอลัมน์ของจุดภาพดำทางซ้ายจุดแรกของแต่ละบรรทัดภาพ ซึ่งขนาดของเวคเตอร์ V เท่ากับจำนวนบรรทัดของข้อมูลภาพทั้งหมด สำหรับการหาข้อมูลเพื่อเก็บบนเวคเตอร์ V แสดงได้ในอัลกอริธึมที่ 1

อัลกอริธึม 1 การหาตำแหน่งจุดภาพดำทางซ้ายของแต่ละบรรทัดข้อมูลภาพ

เริ่มต้น

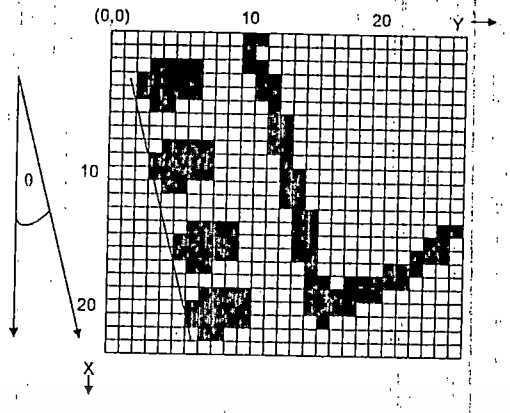
```
int V[ImageFile->depth],i,j;
for(I=0; i<ImageFile->depth; i++) {
    ReadImageLine(i) to *p;
    for(j=0; j<ImageFile->width; j++)
        if (p[j] == 0x01) { // 1st black pixel
            V[i] = j; Break;
        }
}
```

จบงาน;

โดยที่ ImageFile->depth คือ จำนวนบรรทัดของข้อมูลภาพเอกสาร

ImageFile->width คือ ความยาวของบรรทัดข้อมูลภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 4 ตัวอย่างข้อมูลภาพเอกสารที่เกิดความเอียง

2. <u>การแบ่งจุดภาพดำออกเป็นกลุ่มของบรรทัดของตัวหนังสือ</u>

จากข้อมูลในเวคเตอร์ V[i] ดังแสดงไว้ในตารางที่ 1 จะเห็นว่าจุดภาพที่เราต้องการใช้ในการประมาณสมการเชิงเส้นเพื่อการประมาณความเอียงนั้นคือ กลุ่มของจุดดำที่เป็นจุดดำทางซ้ายของแต่ละบรรทัดตัวหนังสือ (Character Line) ซึ่งบรรทัดตัวหนังสือหนึ่งบรรทัดจะประกอบด้วยบรรทัดภาพ (Image Line) หลายๆ บรรทัด ดังนั้นเราจะพยายามหาวิธีสำหรับการแบ่งจุดภาพดำออกเป็นบรรทัดของตัวหนังสือ ซึ่งแสดงขั้นตอนการทำงานในอัลกอริธึมที่ 2

อัลกอริธึม 2 การหาแนวตำแหน่งจุดภาพทางซ้ายของแต่ละบรรทัดตัวหนังสือ

เริ่มต้น

```
struct {
    int X,Y;
} Lines[ImageFile->depth];
```

1. หาบรรทัดตัวหนังสือที่อยู่ซ้ายสุดของจากกลุ่มของบรรทัดตัวหนังสือทั้งหมด
2. เซต i ไปยังค่าตำแหน่งบรรทัดภาพที่หนึ่งของบรรทัดตัวหนังสือบรรทัดแรกที่แบ่งได้
3. เซตค่าหมายเลขบรรทัดตัวอักษร K เป็น 0 หมายถึง ค่าบรรทัดตัวหนังสือบรรทัดแรก
4. เลือกข้อมูลจาก V[i] ที่เป็นของบรรทัดตัวหนังสือที่กำลังชี้นั้น แล้วเก็บลงในโครงสร้างข้อมูล Lines[K].X และ Lines[K].Y
5. เพิ่มค่า K แล้ววนกลับไปเลือกข้อมูลจากเวคเตอร์ V[i] เพื่อเป็นข้อมูลของบรรทัดที่ K จนกว่าจะถึงบรรทัดภาพบรรทัดสุดท้าย

จบงาน;

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

โดยที่ Lines[K].X คือ หมายเลขบรรทัดภาพเอกสาร

Lines[K].Y คือ ค่าตำแหน่งคอลัมน์ที่จะนำมาสร้างเป็นแนวเส้นตรงทางซ้าย

จากอัลกอริธึมที่ 2 จะเริ่มจากการหาตำแหน่งจุดภาพที่มีค่าน้อยที่สุด หรือบางครั้งก็จะเป็นการหาตำแหน่งซ้ายสุดบนลิสต์ V[i] จากนั้นไล่หาตำแหน่งถัดไปจากตำแหน่งซ้ายสุดนั้นนำมาเรียงต่อกันเรื่อยๆ โดยเก็บไว้บนโครงสร้างข้อมูล Lines[K].X และ Lines[K].Y โดย K จะเป็นพารามิเตอร์สำหรับเก็บหมายเลขบรรทัดตัวอักษร

3. <u>การประมาณเชิงเส้นโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด</u>

การประมาณเชิงเส้นโดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุด (Least Square Method : LSM) เป็นกระบวนการทางคณิตศาสตร์วิธีการหนึ่งที่นิยมใช้ในการประมาณสมการตัวแทน จากข้อมูลกลุ่มหนึ่งที่เราทราบค่า ภายใต้เงื่อนไขที่ต้องการให้เกิดความผิดพลาดจากการประมาณให้ต่ำที่สุด ในกรณีของการประมาณเชิงเส้น ซึ่งเส้นตรงใดๆ สามารถเขียนให้อยู่ในรูป

$$Y = aX + b \quad \text{.....(2)}$$

โดยที่ a เป็นค่าความชันของสมการเส้นตรง และ b คือตำแหน่งจุดตัดแกน Y ของเส้นตรง ซึ่งพารามิเตอร์ทั้ง 2 ตัวที่ต้องการทำการคำนวณหา โดยวิธีกำลังสองน้อยที่สุดมีขั้นตอนในการคำนวณ ดังนี้

เมื่อ $Y_i = aX_i + b + e_i$

$e_i = Y_i - aX_i - b$

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} (Y_i - aX_i - b)^2$$

$$\sum_{i=1}^{n} e_i^2 = \sum_{i=1}^{n} Y_i^2 - 2a\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i + a^2 \sum_{i=1}^{n} X_i^2 - 2b\sum_{i=1}^{n} Y_i + 2ab\sum_{i=1}^{n} X_i + Nb^2$$

โดยค่าของ $\sum_{i=1}^{n} e_i^2$ ต้องน้อยที่สุด โดยหาอนุพันธ์เทียบกับ a และ b แล้วกำหนดค่าเท่ากับ 0 ดังนั้นจะได้อนุพันธ์เทียบกับ a คือ

$$\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i = a\sum_{i=1}^{n} X_i^2 + b\sum_{i=1}^{n} X_i \quad \text{.....(3)}$$

และอนุพันธ์เมื่อเทียบกับ b คือ

$$\sum_{i=1}^{n} Y_i = a\sum_{i=1}^{n} X_i + Nb \quad \text{.....(4)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

จากสมการ (3) และ (4) จะได้ว่า

$$a = \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i Y_i - \frac{\sum_{i=1}^{n} X_i \sum_{i=1}^{n} Y_i}{n}}{\sum_{i=1}^{n} X_i^2 - \frac{(\sum_{i=1}^{n} X_i)^2}{n}} \quad \text{.....(5)}$$

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

เมื่อทราบค่าความชันของเส้นตรง หรือ a แล้วก็ทำการคำนวณหาค่ามุมเอียงที่เกิดขึ้นบนหน้าเอกสารได้จาก

$$\theta = \tan^{-1}(a) \quad \text{.....(6)}$$

ในการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสารตามวิธีที่กล่าวมาเป็นการประมาณค่าตำแหน่งคอลัมน์ (Line[K].Y) จากค่าตำแหน่งของบรรทัดภาพที่เปลี่ยนไป (Line[K].X)

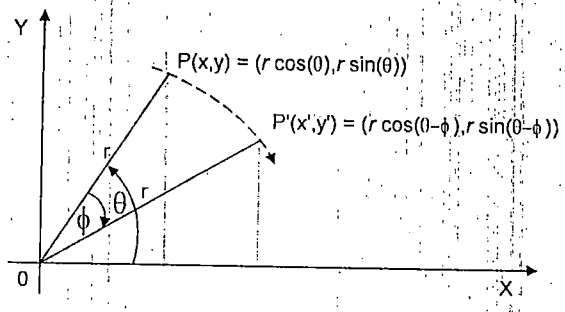
4. <u>การหมุนภาพเอกสารกลับ</u>

เมื่อประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสารแล้ว ถ้าพบว่าค่ามุมเอียงของหน้าเอกสารมีค่าไม่เท่ากับ 0 องศา จำเป็นที่ต้องหมุนภาพเอกสารกลับตามค่ามุมเอียงที่ทำการประมาณได้ และหมุนตามทิศทางของเครื่องหมายของ a โดยการหมุนภาพกลับจะมี 2 ทิศ คือ หมุนตามเข็มนาฬิกา และหมุนทวนเข็มนาฬิกา ซึ่งในการคำนวณหาตำแหน่งใหม่ของจุดภาพหลังจากการหมุนจะคำนวณได้จากความสัมพันธ์ของสมการ ดังนี้

4.1 การหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา *(Clockwise Rotation)*

เมื่อทำการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $a \neq 0$ และมีเครื่องหมายเป็นบวก จะต้องหมุนภาพนั้นกลับในทางตามเข็มนาฬิกา ไปเป็นมุมเท่ากับ ϕ องศาจากเดิม ดังแสดงในภาพที่ 5

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



ภาพที่ 5 การหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา

จากภาพที่ 5 ต้องการหาตำแหน่งของ $P'(x',y')$ จาก $P(x,y)$ โดยการหมุนภาพตามเข็มนาฬิกา จะมีขั้นตอนการคำนวณ ดังนี้

จาก $P(x,y)=(r\cos(\theta),r\sin(\theta))$

$\therefore$ $x=r\cos(\theta)$

$y=r\sin(\theta)$

จาก $P'(x',y')=(r\cos(\theta-\phi),r\sin(\theta-\phi))$

$\therefore$ $x'=r\cos(\theta-\phi)$

$=r\cos\theta\cos\phi+r\sin\theta\sin\phi$

$x'=x\cos\phi+y\sin\phi$ .....(7)

และ $y'=r\sin(\theta-\phi)$

$=r\sin\theta\cos\phi-r\cos\theta\sin\phi$

$y'=y\cos\phi-x\sin\phi$ .....(8)

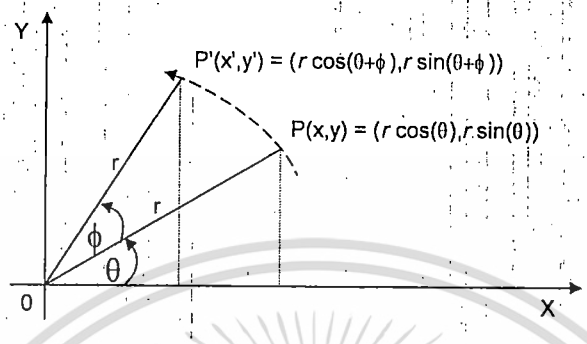
จากสมการที่ (7) และ (8) เขียนสมการความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งระหว่างตำแหน่งจุดภาพเดิมกับตำแหน่งจุดภาพใหม่ของการหมุนภาพในทางตามเข็มนาฬิกา ดังนี้

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \end{bmatrix}\begin{bmatrix} \cos\phi & -\sin\phi \\ \sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix} \quad \text{.....(9)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

4.2 การหมุนภาพทวนเข็มนาฬิกา *(CounterClockwise Rotation)*

เมื่อทำการประมาณค่าความเอียงของหน้าเอกสาร แล้วได้ค่าสัมประสิทธิ์ของตัวแปร $a \neq 0$ และมีเครื่องหมายเป็นลบ จะต้องหมุนภาพนั้นกลับในทางทวนเข็มนาฬิกา ไปเป็นมุมเท่ากับ ϕ องศาจากเดิม ดังแสดงในภาพที่ 6



ภาพที่ 6 การหมุนภาพทวนเข็มนาฬิกา

จากภาพที่ 6 ต้องการหาตำแหน่งของ $P'(x', y')$ จาก $P(x, y)$ โดยการหมุนภาพตามทวนนาฬิกา โดยพิจารณาจากสมการที่ 9 ได้ดังนี้

จาก $\cos(-\phi)=\cos(\phi)$

$\sin(-\phi)=-\sin(\phi)$

ดังนั้น เขียนสมการความสัมพันธ์ของการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งระหว่างตำแหน่งจุดภาพเดิม กับตำแหน่งจุดภาพใหม่ของการหมุนภาพในทางทวนเข็มนาฬิกา ดังนี้

$$\begin{bmatrix} x' \\ y' \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} x \\ y \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \cos\phi & \sin\phi \\ -\sin\phi & \cos\phi \end{bmatrix} \quad \text{.....(10)}$$

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

สำนักหอสมุดกลาง พระจอมเกล้าลาดกระบัง

บทที่ 3
การประมวลผลแบบฟอร์ม

1. การสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสาร

เพื่อให้การจำแนกฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการเป็นไปได้อย่างยืดหยุ่น รวดเร็ว และมีประสิทธิภาพนั้น ดังนั้นการที่จะให้คอมพิวเตอร์รู้และเข้าใจถึงโมเดลของแบบฟอร์มแต่ละประเภท รวมไปถึงการจำแนกประเภทของแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาได้เองโดยอัตโนมัติ โดยฐานความรู้นี้จะใช้เก็บสารสนเทศที่จำเป็นต่อการประมวลผลของแบบฟอร์มแต่ละประเภท ซึ่งฐานความรู้ของระบบการประมวลแบบฟอร์มนี้มีชื่อเรียกอีกอย่างหนึ่งว่า "ฟอร์มไลบรารี" (Form Library)

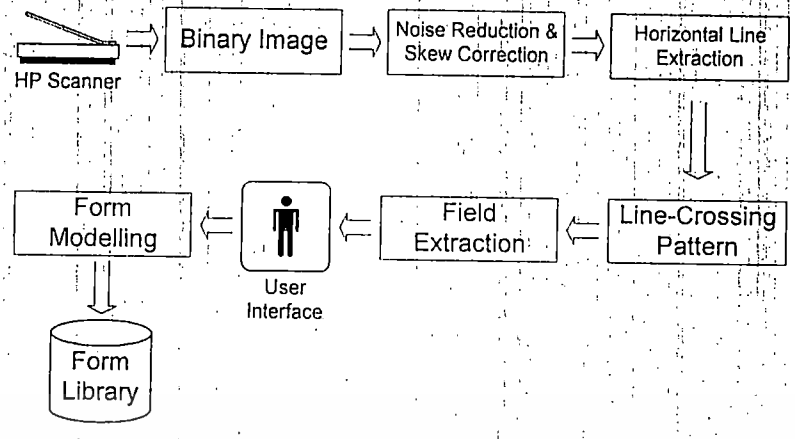
จากการประมวลผลในขั้นตอนแรกของระบบประมวลผลฟอร์มเอกสาร คือการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสารแต่ละประเภท ซึ่งแบบฟอร์มเอกสารจะมีได้อย่างหลากหลาย ขึ้นกับว่าแต่ละองค์กรนั้นๆ จะออกแบบมาเพื่อให้สอดคล้องกับความต้องการใช้ข้อมูลของหน่วยงานตัวเองให้มากที่สุด

ในการออกแบบรูปแบบของแบบฟอร์มเอกสารเพื่อสร้างเป็นโมเดลของแบบฟอร์มเก็บไว้ในฟอร์มไลบรารี มีเงื่อนไขในการสร้างโมเดล คือโมเดลของแบบฟอร์มแต่ละประเภทจะประกอบไปด้วยกรอบสี่เหลี่ยมผืนผ้า ที่มีเส้นตรงล้อมทั้ง 4 ด้าน และส่วนของเส้นตรงแนวนอนที่แสดงส่วนของข้อมูลที่ต้องการให้ผู้ใช้กรอก

ขั้นตอนที่นำเสนอในการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสารแสดงในภาพที่ 7 โดยเริ่มจากภาพแบบฟอร์มเอกสารที่ได้จากสแกนเนอร์ นำมาผ่านการประมวลผลก่อนเพื่อปรับปรุงคุณภาพเอกสาร จากนั้นก็ทำการจำแนกประเภทแบบฟอร์มเอกสารโดยใช้เส้นตรงในแกนนอน แล้วคำนวณหาตำแหน่งและประเภทของจุดตัดเส้นตรงในแกนตั้งและแกนนอน จากนั้นก็สร้างกรอบฟิลด์ข้อมูลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าที่มีจุดมุมของสี่เหลี่ยมมาจากตำแหน่งและประเภทของจุดตัด จากนั้นสร้างโปรแกรมเพื่อสร้างการติดต่อกับผู้ใช้ (User Interface) เพื่อให้ผู้ใช้กำหนดประเภทของแต่ละฟิลด์ รูปแบบการนำข้อมูลจากแต่ละฟิลด์ไปใช้ และข้อมูลอื่นที่จำเป็น

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

30203



ภาพที่ 7 ขั้นตอนการสร้างโมเดลของแบบฟอร์มเอกสาร

1. <u>การจำแนกประเภทแบบฟอร์มเอกสาร</u>

เนื่องมาจากว่าแบบฟอร์มเอกสารที่สแกนเข้าระบบคอมพิวเตอร์ มีมากมายหลายรูปแบบ ขึ้นกับความจำเป็นในการใช้งานข้อมูลของแต่ละองค์กร ดังนั้นวิธีการสำหรับทำให้คอมพิวเตอร์เข้าใจ และสามารถแยกแบบฟอร์มที่สแกนเข้ามาได้ด้วยตัวของมันเอง วิธีการในการจำแนกแบบฟอร์มที่ผ่านมาที่มีการศึกษา มีดังนี้

1.1 การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้หมายเลขกำกับแบบฟอร์ม

การใส่หมายเลขกำกับแบบฟอร์มบนเอกสารที่สแกนเข้ามา ตำแหน่งของหมายเลขกำกับแบบฟอร์มจะต้องเป็นตำแหน่งเดียวกันทุกหน้าเอกสาร แต่เนื่องจากการทำงานจริงแล้วไม่สามารถควบคุมให้เอกสารวางในตำแหน่งเดียวกันเสมอไป ส่งผลให้ตำแหน่งของจุดภาพอาจเกิดในตำแหน่งที่แตกต่างกัน อาจทำให้การจำแนกประเภทแบบฟอร์มด้วยวิธีนี้มีความถูกต้องน้อยลง

1.2 การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้บาร์โคด

การใช้บาร์โคดบนแบบฟอร์มจะสามารถแก้ปัญหาของการจำแนกแบบฟอร์มโดยการใช้หมายเลขกำกับแบบฟอร์มได้ในระดับหนึ่ง เพราะแถบของบาร์โคดจะมีความสูงทำให้ช่วงของตำแหน่งที่เราจะอ่านเพื่อการจำแนกชนิดของแบบฟอร์มเป็นไปได้มากขึ้น แต่ถ้าในขั้นตอนของการสแกนมีการวางตำแหน่งของกระดาษแตกต่างไปจากเดิมมาก (ตำแหน่งจุดภาพมีการเปลี่ยนแปลงไปมาก) การใช้บาร์โคดก็ไม่สามารถจำแนกแบบฟอร์มได้

1.3 การจำแนกแบบฟอร์มโดยใช้แนวเส้นตรงบนแบบฟอร์ม

การจำแนกประเภทแบบฟอร์มโดยวิธีนี้ สามารถนำไปใช้ได้ในโลกของความเป็นจริงของการประมวลผลแบบฟอร์มด้วยเครื่องคอมพิวเตอร์ ทั้งนี้เพราะเส้นตรงในภาพ คือ จุดภาพดำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลายๆ จุดที่เรียงต่อเนื่องกันทั้งในแนวนอน และแนวตั้ง ดังนั้นแม้ว่าตำแหน่งของเส้นตรงจะมีการเปลี่ยนแปลงไปอย่างไร เราก็ยังสามารถที่จะหาเส้นตรงได้ จากเส้นตรงที่หาได้บนภาพก็จะใช้เป็นตัวแยกประเภทของแบบฟอร์ม

เส้นตรงที่จะใช้ในการจำแนกประเภทแบบฟอร์มมี 2 อย่างคือ เส้นตรงในแกนนอน และเส้นตรงในแกนตั้ง ข้อมูลที่จำเป็นของเส้นตรงที่จะใช้ในการจำแนกประเภทแบบฟอร์ม เช่น จำนวนของเส้นตรงทั้งในแต่ละแกน ความยาวของเส้นตรงแต่ละเส้น และระยะห่างของเส้นตรงสองเส้นที่อยู่ติดกันที่วางตัวอยู่ในแกนเดียวกัน ในความเป็นจริงแล้วไม่จำเป็นต้องจำแนกประเภทแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงทั้งสองแกน อาจใช้เพียงแกนเดียวก็เพียงพอสำหรับการจำแนกแล้ว

หลักการที่นำเสนอ ในการใช้แนวเส้นตรงเป็นตัวจำแนกความแตกต่างของแบบฟอร์ม จะใช้ จำนวน ความยาว และระยะห่างระหว่างเส้นตรง

1. การหาแนวเส้นตรง

จากที่กล่าวมาข้อมูลที่เราต้องการสำหรับการจำแนกประเภทแบบฟอร์ม จะต้องบอกถึงตำแหน่งและความยาวของเส้นตรงในแนวนอนและแนวตั้งที่ปรากฏในภาพได้ การค้นหาเส้นตรงนี้อาศัยการประมวลผล 2 ขั้นตอน ขั้นตอนแรกใช้วิธี Runlength โดยสแกนทีละแถว (หรือทีละคอลัมน์) เพื่อสร้างลิสต์ (List) ของเส้นตรงที่เป็นไปได้ทั้งหมด โดยเส้นตรงแต่ละเส้นจะถูกบรรยายโดยพิกัดจุดเริ่มต้น (BegX, BegY) และความยาวของเส้นตรงนั้น (LRun) ภาพที่ 8 แสดงตัวอย่างของภาพเริ่มต้น พร้อมทั้งเส้นตรงในแนวนอนและแนวตั้งทั้งหมดที่คำนวณได้จากการประมวลผลในขั้นแรก พิจารณาเส้นตรงในแนวนอนจะเห็นว่า เส้นตรงที่ 1 และ 2 เป็นเส้นเดียวกัน ทำนองเดียวกับเส้นที่ 3 และ 4 ซึ่งมีตำแหน่งเริ่มต้นในแนวตั้ง (BegY) อยู่ติดกัน

การประมวลผลในขั้นตอนที่สองจะเป็นการทำงานกับข้อมูลที่อยู่ใน List ของเส้นตรงเพื่อรวม (Merge) เส้นตรงที่อยู่ติดกับเข้าด้วยกัน ตามอัลกอริธึมที่ 3

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

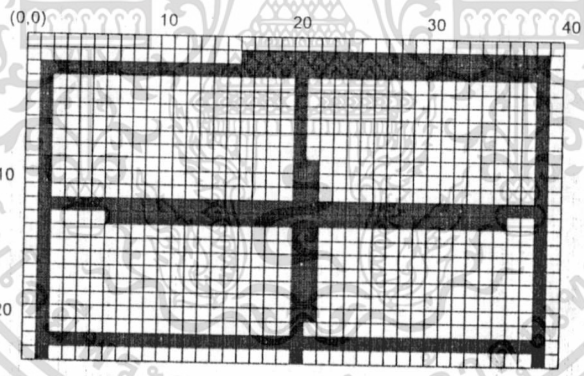
อัลกอริธึม 3 การจัดการรวมเส้นตรงที่อยู่ติดกัน

เริ่มต้น

กำหนด q และ walk เป็นตัวชี้โหนดของเส้นตรงโดย q เป็นโหนดนำ

1) พิจารณาเส้นตรงสองเส้นถ้ามีจุดเริ่มในแกน Y เท่ากัน และเส้นตรงสองเส้นมีจุดภาพขาวคั่นกลางไม่เกิน 30 จุด ให้ต่อเส้นตรงสองเส้นเป็นเส้นตรงเดียวกัน โดยจุดเริ่มต้นของเส้นตรงให้อยู่ที่โหนด q ส่วนความยาวก็ให้ยาวถึงตำแหน่งสุดท้ายของเส้นตรงของโหนด walk
2) พิจารณาเส้นตรงสองเส้นมีจุดเริ่มในแกน Y ติดกัน และตำแหน่งสุดท้ายของเส้นตรงที่ 1 ห่างจากจุดเริ่มต้นของเส้นตรงที่ 2 น้อยกว่า 30 จุด พิจารณาต่อไปว่าระหว่างสองโหนดที่ติดกันนั้น โหนดใดมีจุดเริ่มต้นในแนวแกน X น้อยกว่าก็ให้เลือกโหนดนั้นเป็นหลัก ส่วนความยาวนั้นก็ให้ยาวถึงตำแหน่งสุดท้ายที่มากที่สุดระหว่างเส้นตรงสองเส้น
3) วนกลับไปทำงานขั้นตอนที่ 1 จนกว่าจะเปรียบเทียบถึงโหนดสุดท้าย

จบงาน



เส้นตรงในแนวนอน

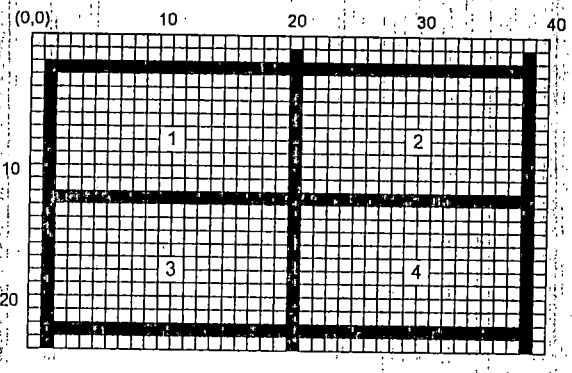
เส้นที่	(BegX	BegY)	LRun
1	16	1	22
2	1	2	37
3	1	12	37
4	6	13	29
5	1	22	37

เส้นตรงในแนวตั้ง

เส้นที่	(BegX	BegY)	LRun
1	1	2	21
2	20	1	22
3	21	9	11
4	38	1	22

ภาพที่ 8 ภาพเริ่มต้นที่มีเส้นตรงหนามากกว่าหนึ่งจุดภาพ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้



เส้นตรงในแนวนอน

เส้นที่	(BegX	BegY)	LRun
1	1	2	37
2	1	12	37
3	1	22	37

เส้นตรงในแนวตั้ง

เส้นที่	(BegX	BegY)	LRun
1	1	2	21
2	20	1	22
3	38	1	22

ภาพที่ 9 ภาพเอกสารหลังการรวมเส้นตรงที่อยู่ติดกัน

2. การจำแนกแบบฟอร์มเอกสารโดยใช้แนวเส้นตรง

ในการจำแนกประเภทแบบฟอร์มโดยใช้เส้นตรงอาจใช้ทั้งเส้นตรงในแนวตั้งและแนวนอนพร้อมๆ กัน หรือใช้เพียงอย่างใดอย่างหนึ่ง ซึ่งงานวิจัยนี้ได้ทำการจำแนกประเภทแบบฟอร์มโดยใช้จำนวนความยาวของเส้นตรงแต่ละเส้น และระยะห่างระหว่างเส้นของเส้นตรงในแนวนอนที่ปรากฏบนภาพ ทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลเส้นตรงในแนวนอนของแบบฟอร์มแต่ละประเภทที่เก็บในฟอร์มไลบรารี

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

อัลกอริธึม 4 การจำแนกแบบฟอร์มเอกสารสำเร็จรูปโดยใช้แนวเส้นตรง

เริ่มต้น

1. นับจำนวนเส้นตรงในแนวนอนจากหน้าเอกสารที่สแกนเข้ามา (NoInputLine)
2. นับจำนวนเส้นตรงในแนวนอนของแบบฟอร์มประเภทที่ k : k=1,…,n ; step is 1 (NoFormLine)
3. เปรียบเทียบค่า NoInputLine และค่า NoFormLine
4. เปรียบเทียบความยาวของเส้นตรงระหว่าง InputForm กับค่าใน Form Library ของฟอร์มประเภทที่ k
5. เปรียบเทียบระยะห่างของเส้นสองเส้นที่อยู่ติดกัน
   5.1 ระยะห่างของเส้นตรงที่อยู่ติดกันจากหน้าเอกสารที่สแกนเข้ามา และ
   5.2 ระยะห่างของเส้นตรงที่อยู่ติดกันที่เก็บใน Form Library ของฟอร์มประเภทที่ k
6. ถ้าเงื่อนไขข้อ 3, 4 และ 5 เป็นจริงทั้งหมด แสดงว่าภาพที่สแกนเข้ามาเป็นแบบฟอร์มประเภท k

   ถ้าไม่เป็นจริง จะทำการหาว่าเป็นแบบฟอร์มประเภทอื่นอีกหรือไม่ โดยกลับไปทำ ขั้นตอนที่ 2 ถึง 6 ถ้าหาจนหมดในฟอร์มไลบรารีแล้วยังหาไม่พบก็ให้แสดงว่าภาพที่สแกนเข้ามายังไม่มีโมเดลแบบฟอร์มต้องทำการสร้างใหม่

จบงาน

3. การกำหนดขอบเขตฟิลด์ข้อมูล

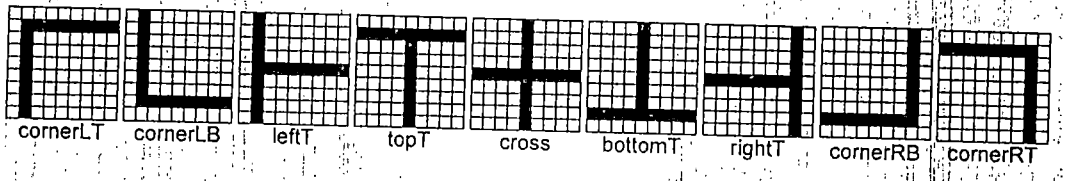
การกำหนดขอบเขตฟิลด์ข้อมูล เป็นกระบวนการที่ผู้ใช้มีส่วนเกี่ยวข้องกับระบบเพื่อการสร้างฐานข้อมูลให้กับคอมพิวเตอร์ โดยผู้ใช้จะเป็นผู้กำหนดว่าแต่ละฟิลด์ข้อมูลนั้น จะมีหน้าที่อย่างไร ข้อมูลในฟิลด์เป็นประเภทใด จะนำไปใช้อย่างไร ซึ่งฟิลด์แต่ละฟิลด์ในแต่ละประเภทแบบฟอร์มก็จะมีข้อมูลเหล่านี้แตกต่างกัน การกำหนดเหล่านี้ต้องให้ผู้ใช้เป็นผู้กำหนดไม่สามารถให้เครื่องคอมพิวเตอร์ตัดสินใจทำด้วยตัวมันเองได้ ขั้นตอนในการกำหนดฟิลด์ข้อมูลประกอบด้วย

3.1 การคำนวณรูปแบบการตัดกันของเส้นตรง

เมื่อเราได้เส้นตรงที่วางตัวอยู่ในสองแนว คือ แนวตั้งและแนวนอน และเราทราบว่าเส้นตรงสองเส้นตั้งฉากกัน แสดงว่าเส้นตรงทั้งสองแนวต้องลากพบกันแน่นอน ดังนั้นเราจะทำการคำนวณหาตำแหน่งและรูปแบบการตัดกันของเส้นตรงเหล่านั้น ซึ่งการตัดกันของเส้นตรงเราจะนำ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ไปใช้ในการกำหนดตำแหน่งฟิลด์ข้อมูลในการประมวลผลแบบฟอร์ม กำหนดหน้าต่างขนาด 9x9 สำหรับการหาการตัดกันของเส้นตรงสองแนว รูปแบบการตัดกันจะเป็นไปได้ 9 รูปแบบมาตรฐาน ดังแสดงภาพที่ 10



ภาพที่ 10 รูปแบบการตัดกันของเส้นตรง

ซึ่งถ้าพิจารณาให้ดีจะคำนวณหาการตัดกันของเส้นตรงเพียง 4 รูปแบบ คือ cornerLT, cornerRT, cornerLB และ cornerRB เมื่อได้ตำแหน่งการตัดกันทั้งหมดของเส้นตรงทั้ง 4 รูปแบบ พิจารณาต่อไปว่า ตำแหน่งจุดตัดใดๆ จะมีรูปแบบการตัดกันในอีก 5 รูปแบบที่เหลือ ตำแหน่งจุดตัดนั้นต้องมีรูปแบบการตัดกันใน 4 รูปแบบแรกที่กล่าวมามากกว่า 1 ครั้ง หรือกล่าวอีกนัยหนึ่งก็คือ มีโหนดของการตัดกันของเส้นตรงสองเส้นที่มีจุดตัด (X, Y) เดียวกันมากกว่า 1 โหนด โดยแต่ละโหนดนั้นมีรูปแบบของการตัดกันที่แตกต่างกัน และโดยเงื่อนไขในการสร้างจุดตัด 5 รูปแบบเหลือจะกำหนดไว้ในอัลกอริธึม 5

อัลกอริธึม 5 เงื่อนไขการตัดกันของเส้นตรง 5 ประเภท

For the same Coordinate (X, Y) Of LineCrossing Position

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.

3.2 การแยกฟิลด์ข้อมูล (Fields Extraction) จากตำแหน่ง และรูปแบบการตัดกันของของเส้นตรงในสองแนว นำมาหาความสัมพันธ์เพื่อสร้างฟิลด์ข้อมูลรูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าโดยแต่ละฟิลด์ข้อมูลนั้นจะต้องถูกล้อมรอบด้วยเส้นตรงทั้ง 4 ด้าน โดยแต่ละฟิลด์มีข้อมูลที่จำเป็นต้องใช้คือ มุมบนซ้ายของฟิลด์ (TopX, TopY), มุมล่างขวาของฟิลด์ (BottomX, BottomY) และประเภทของฟิลด์ (FieldType) การกำหนดประเภทของฟิลด์ก็เพื่อประโยชน์สูงสุดในการทำงานกับข้อมูลในแต่ละฟิลด์นั้นๆ

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

หลักการที่นำเสนอ

อัลกอริธึม 6 เงื่อนไขของจุดมุมจากรูปแบบจุดตัดของเส้นตรง

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

การกำหนดตำแหน่งฟิลด์ ในการกำหนดตำแหน่งของฟิลด์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้า ต้องคำนึงเสมอว่าขอบเขตของแต่ละฟิลด์นั้นต้องไม่คาบเกี่ยวกัน (Overlap) กล่าวคือ สมาชิกของฟิลด์สองฟิลด์ที่ติดกันต้องไม่เกิดการอินเตอร์เซคชั่น แต่มันสามารถใช้ตำแหน่งจุดตัดกันเป็นจุดมุมในการสร้างฟิลด์ร่วมกันได้ เช่น จากภาพที่ 9 จุดตัดที่ (20, 12, cross) ซึ่งเป็นมุมล่างขวาของฟิลด์ที่ 1 และในขณะเดียวกันจุดดังกล่าวนั้นก็เป็นจุดมุมบนซ้ายของฟิลด์ที่ 4 ด้วย

การกำหนดประเภทของฟิลด์ ในแบบฟอร์มเอกสารได้กำหนดให้กรอบฟิลด์รูปสี่เหลี่ยมผืนผ้าแบ่งประเภทของข้อมูลที่ต้องการใช้งาน สำหรับการกำหนดประเภทของฟิลด์ ผู้ใช้จะต้องเป็นผู้กำหนด (User Interface)

2. ฟอร์มไลบรารี

เนื่องจากงานวิจัยนี้อยู่ภายใต้หลักการพื้นฐานของการประมวลผลแบบฟอร์ม ซึ่งโดยทั่วไปแล้วงานวิจัยประเภทนี้ จะต้องมีความเกี่ยวข้องกับฐานข้อมูลที่จำเป็นต่อการประมวลผลของแบบฟอร์มแต่ละประเภท เช่น ข้อมูลสำหรับการแยกประเภทแบบฟอร์ม ตำแหน่งและประเภทของแต่ละฟิลด์ของแบบฟอร์มแต่ละประเภท ตำแหน่งของข้อมูลที่อยู่ในแต่ละฟิลด์ เป็นต้น ซึ่งฐานข้อมูลในระบบประมวลผลแบบฟอร์ม เราจะเรียกชื่อเป็นพิเศษว่า “ฟอร์มไลบรารี” (Form Library) เพื่อให้เกิดความแตกต่างกับฐานข้อมูลประเภทอื่นๆ

ในระบบประมวลผลแบบฟอร์ม นำเสนอการสร้างฟอร์มไลบรารีที่จำเป็นต้องใช้สำหรับการประมวลผล เพื่อทำการจำแนกข้อมูลที่ต้องการออกดังนี้

1. ฐานข้อมูลสำหรับเก็บชื่อของประเภทแบบฟอร์ม ในฐานข้อมูลตัวนี้จะเก็บชื่อของแบบฟอร์มทั้งหมดที่เข้ามาเกี่ยวข้อง

2. ฐานข้อมูลสำหรับแยกประเภทแบบฟอร์ม ในฐานข้อมูลตัวนี้จะเก็บตำแหน่งและความยาวของของเส้นตรงในแนวนอนของแบบฟอร์มแต่ละประเภท นั้นคือ ในแบบฐานข้อมูลแต่ละตัว (แต่ละไฟล์) ซึ่งจะใช้เป็นตัวแทนของแบบฟอร์มแต่ละประเภทนั้น ซึ่งสามารถเขียนแทนในรูปโครงสร้างข้อมูลแบบ struct ของภาษา c ได้ ดังนี้

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

```
typedef struct RunNode *RunPtr;
struct RunNode {
    int BegX;     // BeginX for each run-length
    int BegY;     // BeginY for each run-length
    int LRun;     // Run-Length
    RunPtr next;
}
```

จากโครงสร้างข้อมูลที่ผ่านมานอกจากจะสามารถเก็บค่าข้อมูลเส้นตรงในแนวนอนแล้วยังสามารถใช้เก็บข้อมูลเส้นตรงในแนวแกนตั้งได้อีกด้วย

3. ฐานข้อมูลของการตัดกันของเส้นตรง ในฐานข้อมูลตัวนี้จะใช้เก็บตำแหน่งการตัดกันของเส้นตรง 2 แนวของแบบฟอร์มแต่ละประเภท ซึ่งจะประกอบด้วยข้อมูล ตำแหน่ง และรูปแบบของการตัดกัน สามารถเขียนในรูปโครงสร้างข้อมูลแบบ struct ของภาษา c ได้ ดังนี้

```
typedef struct Corner *CorPtr;
struct Corner {
    int X;          // Line-Cross Position in X-axis
    int Y;          // Line-Cross Position in Y-axis
    int Type;       // Line- Crossing Pattern from 9 type
    CorPtr next;
}
```

3. การจำแนกฟิลด์ข้อมูลที่ต้องการใช้งาน

ในการจำแนกส่วนของข้อมูลนั้น จะจำแนกโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม หรือเส้นแนวนอนเป็นพื้นฐานในการจำแนก ดังนั้น การบันทึก (Registration) เอกสารเป็นองค์ประกอบหนึ่งของขั้นตอนการจำแนกฟิลด์ข้อมูล เมื่อทำการสแกนข้อมูลเข้ามาทำการเปรียบเทียบกับข้อมูลในฟอร์มไลบรารี ปัญหาในการบันทึกข้อมูลคือ การทำนายตำแหน่งของฟอร์มเอกสารจากการสแกน อาจผิดพลาดได้ ทั้งๆ ที่ระยะระหว่างจุดยังคงเดิม (ซึ่งอาจเกิดจากการสเกล) ทำให้ตำแหน่งที่ทำนายได้ผิดไป เช่นจากจุดมุมบนซ้ายของหน้าเอกสาร ในขั้นตอนการบันทึกจะพิจารณาลิสต์ของตำแหน่ง 2 ตำแหน่ง ซึ่งลิสต์ของตำแหน่งแรกจะอธิบายถึงทุกจุดที่มองเห็นบนฟอร์มมาตรฐาน (standard) และอีกลิสต์หนึ่งจะอธิบายถึงจุดที่ได้จากฟอร์มนำเข้าปัจจุบัน แต่ละจุดอธิบายได้ด้วยตำแหน่ง X และ Y บนหน้าเอกสารที่สัมพันธ์กับมุมบนซ้าย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

ผลของขั้นตอนการบันทึกเอกสารเป็นการแทนที่ใน 2 มิติ ด้วยคู่ของ X และ Y ซึ่งเมื่อประยุกต์ด้วยลิสต์ของตำแหน่งที่ได้จากฟอร์มนำเข้าปัจจุบัน จะให้ลิสต์ใหม่ซึ่งเลื่อนวางอยู่ในแนวของลิสต์ของฟอร์มมาตรฐาน ขั้นตอนพื้นฐานในการแทนที่ของฟอร์มใหม่ และเลือกหาแนวทางให้ได้ผลลัพธ์ที่ดีที่สุด โดยการแมปตำแหน่งของฟอร์มนำเข้าปัจจุบันกับเซ็ตของฟอร์มมาตรฐาน ถ้าตำแหน่งที่ได้จากการแมปไม่ตรงกัน แต่คลาดเคลื่อนไปไม่เกิน 3 จุดภาพในแนวนอนและแนวตั้งแล้ว จะยอมรับการแทนที่ของตำแหน่งนั้นและทำการแทนที่ค่าในตำแหน่งนั้นๆ

ปัญหาอีกอย่างในการแทนที่ตำแหน่งเดียวด้วยค่าสูงสุด เป็นไปได้ที่การแทนที่ไม่แน่นอนด้วยเทคนิคดังกล่าว ซึ่งฟอร์มเอกสารประกอบด้วยเซ็ทจำนวนมากจากการมาร์กตำแหน่งของฟิลด์ (จากตารางที่สร้างเส้นตรงแนวนอนและแนวตั้ง) โดยสามารถเลื่อนตำแหน่งของความกว้างของคอลัมน์ และความสูงของแถวได้ ถ้าส่วนที่ทำการบันทึกนั้น OFF ในขั้นแรกจะต้องหาทิศทางเฉลี่ยที่ดีสำหรับการแทนที่ และจึงเลือกทิศทางที่ดีที่สุดสำหรับการแทนที่นั้น นั่นคือจะทำการคัดเลือกทิศทางในการเคลื่อนย้ายเพื่อให้ผลลัพธ์ดีที่สุด โดยการเลือกควอแดรนท์ที่มีคะแนนสะสมสูงสุด ซึ่งในแต่ละควอแดรนท์จะประกอบด้วยเซต 4 เซตสำหรับการแทนที่คือ (+, +), (+, -), (-, +), (-, -) หลังจากเลือกควอแดรนท์ได้แล้วจะเลื่อนตำแหน่งของการบันทึกไปในควอแดรนท์นั้น

เมื่อทำการบันทึกภาพเอกสารนำเข้าเสร็จ จึงทำการจำแนกส่วนของข้อมูล ซึ่งจำแนกโดยใช้กรอบสี่เหลี่ยม หรือเส้นแนวนอนเป็นพื้นฐานในการจำแนก โดยการเปรียบเทียบตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูลจากฟอร์มไลบรารี และจะดึงส่วนของฟิลด์ทุกฟิลด์ที่ตำแหน่งของกรอบข้อมูลนำมาบันทึกไว้ ซึ่งฟิลด์จะแสดงตำแหน่งในภาพและตรวจสอบ (เปรียบเทียบ) จำนวนจุดภาพดำของข้อความจากค่าเธรดโชลด์ค่าหนึ่ง ซึ่งถ้าภาพที่นำเข้าเป็น 150 dpi จะใช้ค่าเธรดโชลด์ (Thr) ต่างๆ ดังนี้

Thr = 10 จุดภาพ ถ้าขอบเขตของฟิลด์มีจุดภาพ $\leq$ 150 จุดภาพ

Thr = 40 จุดภาพ ถ้าขอบเขตของฟิลด์มีจุดภาพ > 150 จุดภาพ แต่ $\leq$ 500 จุดภาพ

Thr = 60 จุดภาพ ถ้าขอบเขตของฟิลด์มีจุดภาพ > 500 จุดภาพ

สำหรับขั้นตอนนี้เป็นการนำเข้าข้อมูลภาพขนาด 150 dpi เพราะในระบบการจดจำตัวอักษร เพื่อให้ข้อมูลของตัวอักษรละเอียดเพียงพอจึงจำเป็นต้องให้ความละเอียดของข้อมูลภาพไม่ควรต่ำกว่า 150 dpi และลดขนาดของข้อมูลภาพลงเหลือ 75 dpi สำหรับการบันทึกและการจดจำรูปแบบฟอร์มลงในฟอร์มไลบรารี แต่การจำแนกข้อมูลที่ต้องการมาใช้งานควรใช้ไม่ต่ำกว่า 150 dpi

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

บทที่ 4
บทสรุปและข้อเสนอแนะ

ในระบบประมวลผลแบบฟอร์มจะประกอบด้วยขั้นตอนหลักคือ การประมวลผลเบื้องต้น และการประมวลผลแบบฟอร์ม โดยในการประมวลผลเบื้องต้นจะเป็นการปรับปรุงคุณภาพเอกสารที่นำเข้าระบบ ที่อาจมีสิ่งไม่พึงประสงค์เกิดขึ้นบนฟอร์มเอกสาร ซึ่งการปรับปรุงเอกสารนี้จะใช้อัลกอริธึมของ kfill และการตรวจสอบความเอียงของหน้าเอกสารที่ได้จากการสแกนโดยใช้วิธีกำลังสองน้อยที่สุด และการหมุนภาพเอกสารที่มีความเอียงเกิดขึ้น เพื่อให้ได้คุณภาพของภาพเอกสารนำเข้าที่มีความสมบูรณ์ที่สุด

ในการประมวลผลแบบฟอร์ม จะประกอบด้วยการสร้างโมเดลของฟอร์มเอกสารโดยใช้แนวเส้นตรงบนแบบฟอร์มเอกสารเป็นตัวจำแนก และการสร้างฟอร์มไลบรารี เก็บบันทึกข้อมูลรายละเอียดที่สำคัญของแบบฟอร์มเอกสาร เพื่อใช้เป็นฐานข้อมูลความรู้สำหรับแบบฟอร์มเอกสารทั่วไป โดยจัดเก็บประเภทของแบบฟอร์ม ตำแหน่งที่สำคัญของแบบฟอร์ม ตำแหน่งของฟิลด์ข้อมูล และรายละเอียดของฟิลด์ต่างๆ จากนั้นเมื่อมีเอกสารนำเข้า จะต้องทำการบันทึกเอกสารนำเข้าโดยเปรียบเทียบกับโมเดลของแบบฟอร์มเอกสารในไลบรารี จากนั้นจึงทำการจำแนกส่วนของข้อความที่เติมลงบนเอกสาร โดยการเปรียบเทียบตำแหน่งของฟิลด์ต่างๆ บนฟอร์มในไลบรารีจะได้ข้อมูลที่ต้องการไปใช้งาน

ในการทำงานจริงแล้วบางครั้งข้อความที่เติมลงในแบบฟอร์มเอกสาร อาจมีการทับกันระหว่างตัวอักษรและเส้นตรงแนวนอนได้ ดังนั้นในงานวิจัยนี้จึงเป็นแนวทางสำหรับผู้ที่สนใจศึกษาในการนำข้อมูลที่ได้ไปประยุกต์ใช้งานต่อไป โดยควรพิจารณาปัญหาที่เกิดจากการตัดทับกันระหว่างตัวอักษรและเส้นตรง นอกจากนี้ยังต้องพิจารณาถึงการแปลงส่วนของข้อความที่อยู่ในรูปแบบของข้อมูลภาพให้เป็นตัวอักษรที่นำไปใช้งานได้โดยตรง (OCR) และในงานวิจัยนี้ยังเป็นแนวทางสำหรับผู้สนใจศึกษา เมื่อแบบฟอร์มที่ใช้เป็นภาพเอกสารที่มีพื้นหลังหลากหลาย เช่นมีรูปภาพอยู่บนพื้นหลัง ซึ่งจะต้องหาแนวทางในการกำจัดส่วนของพื้นหลังดังกล่าวด้วย

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้

เอกสารอ้างอิง

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

[2] 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.

[3] 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.

[4] L.O.'Gormam and R. Kasturi, *Document Image Analysis.* IEEE Computer Society Press, 1995.

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

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

[7] 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.

[8] ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ กฤษณะ ชินสาร, "การประมาณค่าความเอียงหน้าเอกสารสิ่งพิมพ์," *วารสารสารสนเทศลาดกระบัง ฉบับที่ 2.*

[9] ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี, ปัญญา จิติมัชฌิมา และกฤษณะ ชินสาร, "การสร้างโมเดลและการจำแนกแบบฟอร์มสำเร็จรูป," *การประชุมทางวิชาการไฟฟ้า ครั้งที่ 20.* หน้า 331-336, 2540.

[10] ยุทธพงษ์ รังสรรค์เสรี และ กฤษณะ ชินสาร, "การกำจัดสัญญาณรบกวนขนาดใหญ่กว่าหนึ่งพิกเซลบนภาพเอกสาร," ประชุมวิชาการครั้งที่ 36 ของมหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์, 2541.

เอกสารนี้เป็นเอกสารที่สงวนไว้สำหรับการใช้งานเพื่อการศึกษาเท่านั้น ไม่อนุญาตให้นำไปใช้ประโยชน์ด้านการค้า ไม่ว่ากรณีใดๆทั้งสิ้น อีกทั้งห้ามมิให้ดัดแปลงเนื้อหา และต้องอ้างอิงถึงเจ้าของเอกสารทุกครั้งที่มีการนำไปใช้