

การตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล

Thai Handwritten Character Segmentation from Digital Image Documents

ณัฐธิดา ลีสสม¹, โอลาริก สุรินตะ²

Nattida Leesom, Olarik Surinta

บทคัดย่อ

งานวิจัยฉบับนี้ เป็นการศึกษา และสำรวจ งานวิจัยอื่น ๆ ที่ได้ศึกษาถึงกระบวนการในการตัดตัวอักษรลายมือเขียนจากภาพเอกสารเชิงดิจิทัล โดยรวบรวมกระบวนการ เทคนิค และแนวทางในการตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพดิจิทัล ซึ่งเป็นเทคนิคที่เกี่ยวกับการประมวลผลภาพ ขั้นตอนการประมวลผลประกอบด้วย สามขั้นตอนหลักคือ การกำจัดพื้นหลัง การจำแนกบรรทัดข้อความ และการตัดตัวอักษร

โดยการประยุกต์ใช้วิธีการหาค่าเรดโซลต์ โดยการหาค่าเรดโซลต์ที่เหมาะสมที่สุดต่อเอกสารภาพดิจิทัล เพื่อแยกคุณลักษณะในส่วนพื้นหลัง และส่วนของวัตถุออกจากกัน จากนั้นใช้เทคนิคเพื่อจำแนกบรรทัดข้อความ และตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล เพื่อนำภาพตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยนั้นไปเข้าสู่กระบวนการเพื่อหาคุณลักษณะพิเศษต่อไป ทำให้ผู้ที่ศึกษางานวิจัยนำไปเป็นแนวทางในการพัฒนางานวิจัยทางด้านตัดตัวอักษรลายมือเขียนจากภาพเอกสารเชิงดิจิทัลต่อไป

คำสำคัญ: การประมวลผลภาพ, การกำจัดพื้นหลัง, การจำแนกบรรทัดข้อความ, การตัดตัวอักษร, ตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทย

Abstract

In this paper, we survey from other research and present a technique for Thai handwritten character segmentation from digital image document. The three components of the system are background elimination, line segmentation and character segmentation. We apply a threshold technique to select the best threshold value. The objective of the threshold technique is to extract objects from the background of a digital image document. And then, we present a technique for the line segmentation step and character segmentation. Finally, carry out a feature extraction process on the Thai handwritten character image. The benefit of this paper use to apply and implement a research project.

Keyword: Image Processing, Background Elimination, Line Segmentation, Character Segmentation, Thai Handwritten Character

¹ นิสิต สาขาวิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

² อาจารย์ สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม

บทนำ

โลกยุคดิจิทัล (Digital Age) เกิดจากความก้าวหน้าทางด้านเทคโนโลยี ไม่ว่าจะเป็นเทคโนโลยีคอมพิวเตอร์ เทคโนโลยีการสื่อสาร และเทคโนโลยีสารสนเทศ จึงทำให้อัตราการเติบโตของสารสนเทศเปลี่ยนแปลงไปอย่างรวดเร็ว รูปแบบของสารสนเทศอาจเป็นได้ทั้งข้อความ รูปภาพ และเสียง สารสนเทศดังกล่าวถูกเก็บรวบรวมอยู่ในรูปแบบดิจิทัล (Digital) ทำให้สะดวกต่อการค้นคืน (Retrieval) และนำมาประยุกต์ให้ตรงต่อความต้องการ แต่ยังมีสารสนเทศบางประเภทที่ถูกเก็บรวบรวมให้อยู่ในรูปแบบของเอกสาร (Document) ซึ่งยังไม่ถูกปรับเปลี่ยนให้อยู่ในรูปแบบของดิจิทัล จึงทำให้ยากต่อการค้นคืน และนำมาใช้งาน ดังนั้นจึงมีการประยุกต์ใช้ความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ (Image Processing) เพื่อปรับเปลี่ยนเอกสาร ให้เป็นรูปภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image) และนำไปผ่านกระบวนการรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition: OCR) เพื่อแปลงรูปภาพเชิงดิจิทัล ให้อยู่ในรูปแบบของเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ (Digital Document)

การประมวลผลภาพนำไปสู่การหาคุณลักษณะพิเศษ (Feature Extraction) ของรูปภาพตัวอักษร (Character Image) ซึ่งเรียกขั้นตอนนี้ว่าการประมวลผลเบื้องต้น (Pre-Processing) ซึ่งประกอบด้วยขั้นตอนหลัก 4 ขั้นตอน คือการกำจัดพื้นหลัง (Background Elimination) การจำแนกบรรทัดข้อความ (Line Segmentation) การจำแนกตัวอักษรออกจากบรรทัดข้อความ (Character Segmentation) และการหาคุณลักษณะพิเศษ ซึ่งการประมวลผลเบื้องต้น เริ่มต้นด้วยการนำรูปภาพตัวอักษร ที่เป็นภาพสี (RGB Image) มาแปลงให้เป็นภาพระดับเทา (Grey Level) จากนั้นเปลี่ยนจากภาพระดับเทา ให้เป็นภาพขาวดำ (Black and White Image) โดยใช้ค่าขีดจำกัด (Threshold Value) เป็นตัวแยกวัตถุ (ตัวอักษร) ออกจากพื้นหลัง เมื่อ

ผ่านกระบวนการแปลงภาพให้เป็นภาพขาวดำ จากนั้นทำการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากภาพ เพื่อให้ได้ภาพที่มีความชัดเจนมากขึ้น และทำการจำแนกบรรทัดข้อความ และจำแนกตัวอักษรออกจากบรรทัดข้อความ จากนั้นนำรูปภาพตัวอักษรที่ได้จากขั้นตอนข้างต้นมาเพื่อหาคุณลักษณะพิเศษของรูปภาพตัวอักษรแต่ละตัว เพื่อนำคุณลักษณะพิเศษที่ได้ไปเข้าสู่กระบวนการรู้จำ (Pattern Recognition) เพื่อรู้จำตัวอักษร

ผลลัพธ์ที่ได้จากกระบวนการรู้จำตัวอักษร คือเอกสารอิเล็กทรอนิกส์ ซึ่งอาจอยู่ในรูปแบบของเท็กซ์ไฟล์ (Text File) หรือโปรแกรมประมวลผลคำ (Word Processing) ซึ่งทำให้ง่ายต่อการนำไปประยุกต์ใช้ให้เกิดประโยชน์ต่อไป

วิธีการศึกษา

การศึกษาค้นคว้าเรื่อง การตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล ผู้ศึกษาควรที่จะมีความรู้พื้นฐานในเรื่องของการประมวลผลภาพ และภาพเชิงดิจิทัล ซึ่งเป็นองค์ประกอบที่สำคัญในการศึกษา

การประมวลผลภาพ (Image Processing)

การมองเห็นของมนุษย์เป็นสิ่งสำคัญ และเป็นกลไกการรับภาพที่ซับซ้อนอย่างหนึ่ง ซึ่งภาพนั้นถือได้ว่ามีความสำคัญเป็นอย่างมาก สำหรับองค์กรต่าง ๆ เช่นหนังสือพิมพ์ โทรทัศน์ ภาพยนตร์ ซึ่งได้ใช้ทั้งภาพนิ่ง และภาพเคลื่อนไหว เป็นสื่อสำหรับการนำเสนอข้อมูลข่าวสารสิ่งที่น่าสนใจของข้อมูลที่เกี่ยวข้องกับการมองเห็น หรือข้อมูลภาพ ก็คือกระบวนการแปลงข้อมูลภาพให้อยู่ในรูปแบบข้อมูลดิจิทัล (Digital Format)

ดังนั้น การประมวลผลภาพ จึงเปรียบเสมือน การจัดการ การวิเคราะห์สารสนเทศของภาพโดยใช้คอมพิวเตอร์ในการประมวลผล โดยวิธีการในการประมวลผลขึ้นอยู่กับ

กับผลลัพธ์ที่ต้องการ เช่น การแปลงภาพ (Image Transformation) การนิยามภาพ (Image Description) การกรองภาพ (Image Filters) การคืนคืนภาพ (Image Restoration) การปรับปรุงคุณภาพของภาพ (Image Enhancement) การแบ่งภาพและการหาขอบวัตถุในภาพ (Image Segmentation and Edge Detection) และ การบีบอัดข้อมูลภาพ (Image Compression) เป็นต้น [1 - 3]

ภาพเชิงดิจิทัล (Digital Image)

ภาพเป็นกระบวนการทางแสง (Optical Process) ซึ่งเกิดจากพลังงานคลื่นแม่เหล็กไฟฟ้า (Electromagnetic Spectrum) หลาย ๆ ช่วงความถี่ เช่น แสงธรรมดา รังสีเอกซเรย์ (X-ray) รังสีอินฟราเรด (Infrared) เป็นต้น และพลังงานเสียง เช่น อัลตราซาวด์ (Ultrasound) ตกกระทบ

วัตถุแล้วสะท้อนมาสู่ประสาทรับรู้ของมนุษย์ เช่น ตา หู หรืออุปกรณ์ตรวจจับ (Sensor) แต่ในที่นี้จะมุ่งเน้นความสนใจมาเฉพาะที่ภาพซึ่งเกิดจากแสงธรรมดาเท่านั้น

ขั้นตอนในการตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล ใน การศึกษานี้ เริ่มจากการนำรูปภาพตัวอักษรเข้ามา (Scan) เพื่อแปลงให้อยู่ในรูปแบบของเอกสารภาพเชิงดิจิทัล จากนั้นจึงเข้าสู่ขั้นตอนการประมวลผลภาพ โดยมีขั้นตอนต่าง ๆ ดังนี้ การแปลงภาพสีให้เป็นภาพระดับเทา การแปลงภาพระดับเทาให้เป็นภาพขาวดำ การกำจัดสัญญาณรบกวน การจำแนกบรรทัดข้อความ และการจำแนกตัวอักษรออกจากบรรทัดข้อความ ผลลัพธ์ที่ได้ก็คือ รูปภาพตัวอักษรภาษาไทยที่พร้อมนำไปเข้าสู่กระบวนการหาคุณลักษณะพิเศษ [4]

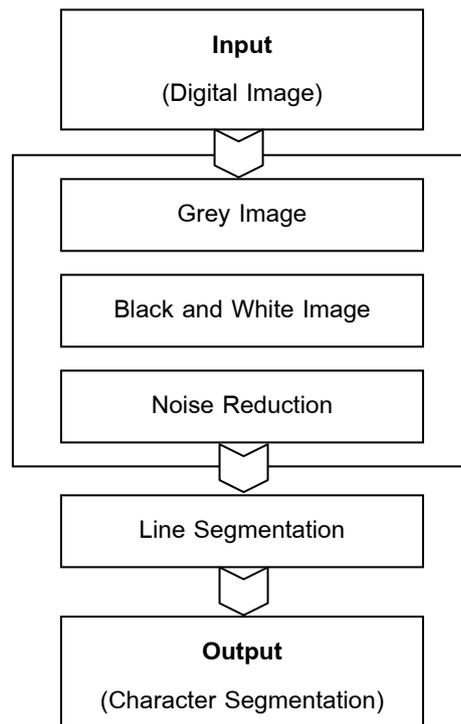


Figure 1 Framework of Thai handwritten character segmentation

ภาพเชิงดิจิทัล คือ ฟังก์ชัน 2 มิติ $f(x, y)$ ของความเข้มของแสง (Intensity) โดยที่ x และ y คือค่าแสดงตำแหน่งในระบบพิกัดฉาก และค่า

ของฟังก์ชัน f ณ ตำแหน่ง (x, y) ใด ๆ จะเป็นสัดส่วนกับความสว่างของแสง ณ ตำแหน่งนั้น ดังรูปที่ 2

ภาพเชิงดิจิทัลสามารถแบ่งประเภทได้
ดังนี้

ภาพสี (RGB Image)

ค่าในแต่ละพิกเซล (Pixel) ของ RGB Image ประกอบด้วยเวกเตอร์ (Vector) ที่แสดงค่า

ของสีแดง สีเขียว และสีน้ำเงิน อย่างละ 8 บิต [2 - 5]

ดังนั้น RGB Image 1 พิกเซลจะประกอบไปด้วยจำนวนบิตทั้งหมด 24 บิต ทำให้ RGB Image มีจำนวนสีที่เป็นไปได้ทั้งหมด 2^{24} สี ตัวอย่างดังรูปที่ 3



Figure 2 An example of digital image

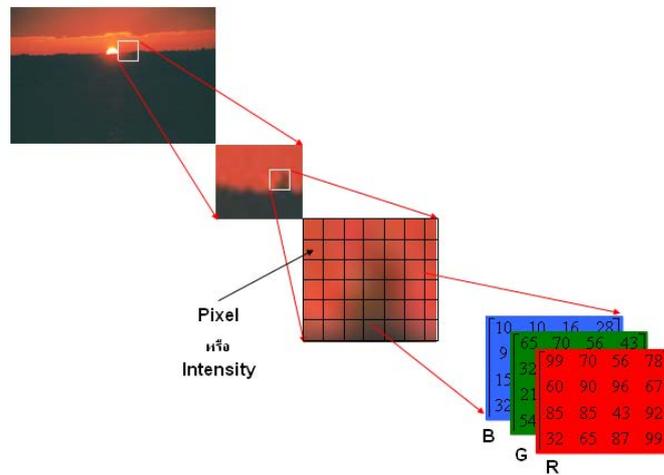


Figure 3 RGB image

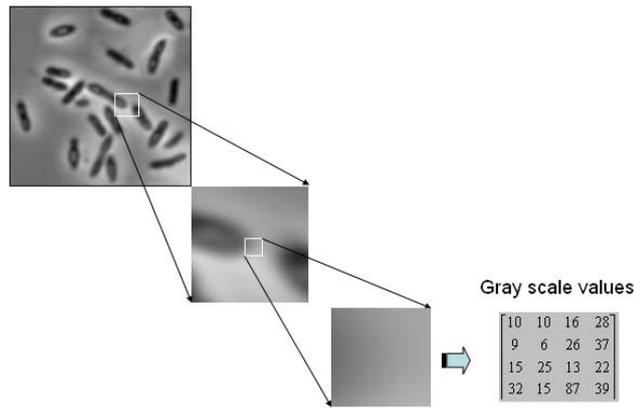


Figure 4 Intensity image or grey image

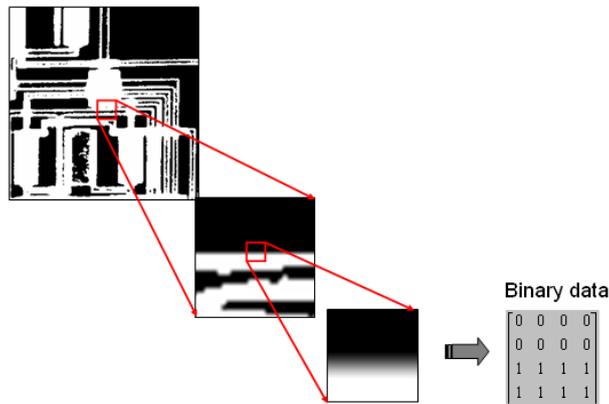


Figure 5 Binary image

ภาพสีเทา (Grey Image)

ค่าในแต่ละพิกเซลของ Grey Image คือ ค่าความเข้มของแสง ณ แต่ละตำแหน่งของ พิกเซล ซึ่งจะอยู่ในรูปของ Grey Scale (Grey Level) ดังรูปที่ 4

ขั้นตอนการแปลงภาพสีให้เป็นภาพ ระดับเทา ทำได้โดยแยกระดับสีแต่ละพิกเซล (Pixel) ออกจากกันในรูปแบบสี RGB จากนั้นนำ ค่าสี RGB มาเข้าสู่สมการเพื่อคำนวณหาค่าสีเทา และนำค่าที่ได้ไปแทนที่จุดพิกเซลเดิม โดย คำนวณได้จากสมการดังต่อไปนี้ [4- 5]

$$G' = 0.3R + 0.59G + 0.11B \quad \text{หรือ}$$

$$G' = \frac{R + G + B}{3}$$

โดยกำหนดให้

- G' คือค่าระดับสีเทา
- R คือค่าระดับสีแดง
- G คือค่าระดับสีเขียว
- B คือค่าระดับสีน้ำเงิน

ภาพขาวดำ (Black and White Image)

ค่าในแต่ละพิกเซล ของ Black and White Image จะใช้แค่ 1 บิต ซึ่งจะมีค่าที่เป็นไปได้คือ 0 (สีดำ) และ 1 (สีขาว) เท่านั้น ดังรูปที่ 5

ขั้นตอนการแปลงภาพสีเทา ให้กลายเป็นภาพขาวดำ จะทำให้สามารถแยกวัตถุ (อักษร) ออกจากพื้นหลังได้ โดยอาศัยวิธีการทำ เธรตโซลด์ (Threshold) [8]

เธรตโซลด์เป็นวิธีที่ใช้ในการแปลงภาพสีต่าง ๆ ให้อยู่ในรูปแบบของภาพระดับขาวดำ โดย

ใช้ค่าเรตโซลต์ในการจำแนกวัตถุ และพื้นหลังออกจากกัน หากจุดใดในภาพนั้นมีค่าความเข้มน้อยกว่าค่าเรตโซลต์จุดภาพนั้นก็จะถูกปรับให้เป็นสีขาว แต่ถ้าจุดใดในภาพมีค่าความเข้มมากกว่าค่าเรตโซลต์ ก็จะถูกปรับให้เป็นสีดำ

วิธีการหาค่าเรตโซลต์สามารถหาได้ด้วยวิธีต่อไปนี้ [2]

1. Global Threshold เป็นการใช้ค่าเรตโซลต์ค่าเดียวรวมกันทั้งภาพโดยใช้ Histogram ในการหา เรตโซลต์ดูได้จากค่าที่น้อยที่สุดที่อยู่ระหว่างยอดทั้งสอง มีหลักการในการแบ่ง คือค่าที่อยู่ทางซ้ายของค่าเรตโซลต์จะเป็นสีดำ ส่วนค่าที่อยู่ทางขวามือของเรตโซลต์เป็นสีขาว
2. Adaptive Threshold การหาค่าเรตโซลต์ด้วยวิธีนี้เหมาะสำหรับภาพที่มีความสว่างไม่สม่ำเสมอ ดังนั้นจึงหาค่าเรตโซลต์หลายค่า เพราะแต่ละบริเวณจะใช้ค่าเรตโซลต์ไม่

เท่ากัน วิธีการหาค่าเรตโซลต์ทำได้โดยการสร้าง window ขึ้นมาขนาด $N \times N$ โดยที่ N นั้นควรเป็นเลขคี่จากนั้นนำ window นี้ไปวางไว้ที่บริเวณหนึ่งของภาพแล้วนำค่า Grey Level ของทุกพิกเซลที่อยู่ในขอบเขตของ window มาบวกกันแล้วหารด้วยจำนวนช่องทั้งหมดของ window จะได้ค่า เรตโซลต์ที่อยู่ภายใน window นั้น จากนั้นทำการหาค่าเรตโซลต์เช่นนี้ไปเรื่อย ๆ กับบริเวณที่ไม่ซ้ำกันจนกระทั่งได้มีการกำหนดค่าเรตโซลต์ครบในทุก ๆ พิกเซล ถ้าค่า Grey Level ของพิกเซลนั้นมีค่ามากกว่าค่าเรตโซลต์ของพิกเซลนั้นแล้วจะกำหนดให้เป็นสีขาว แต่ถ้าค่า Grey Level ของพิกเซลนั้นน้อยกว่าเรตโซลต์ของพิกเซลนั้นแล้วจะกำหนดให้เป็นสีดำ ทำเช่นนี้จนครบทุกพิกเซลจะได้ผลลัพธ์เป็นภาพขาวดำ

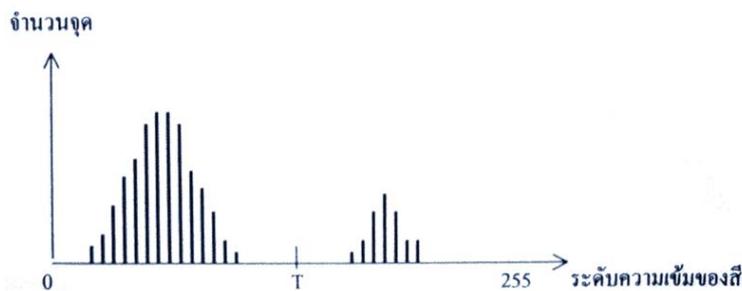


Figure 6 Histogram

```

ON - LF, VT, FF equal CR + LF
RETURN equal CR + LF move over 1 position
OFF - LF, VT, FF equal LF
RETURN equal CR move over 1 position
    
```

(a) Grey Image

<pre> FF equal CR + LF CR + LF move over 1 position , FF equal LF CR move over 1 position </pre>	<pre> ON - LF, VT, FF equal CR + LF RETURN equal CR + LF move over 1 position OFF - LF, VT, FF equal LF RETURN equal CR move over 1 position </pre>
--	---

(b) Global threshold

(c) Adaptive threshold

Figure 7 Convert image from grey image to black and white image using threshold

การกำจัดสัญญาณรบกวน (Noise Reduction)

เมื่อได้ภาพขาวดำ สังเกตได้ว่าภาพที่ได้มานั้นยังมีส่วนเกินที่อยู่ในภาพ ทำให้ภาพนั้นยังไม่มีความชัดเจน จึงต้องอาศัยวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนออกจากรูปภาพ ผลลัพธ์ที่ได้นั้นจะทำให้ภาพชัดเจนมากยิ่งขึ้น โดยวิธีการกำจัดสัญญาณรบกวนสามารถทำได้ด้วยวิธีต่อไปนี้ [4, 9, 10]

1. Morphological Image Processing เป็นการนำโครงสร้าง 0 หรือ 1 ขนาดหนึ่งไปวางบนภาพที่แต่ละตำแหน่งบนภาพจะใช้การอนุมาณด้วยเหตุผลระหว่างโครงสร้างกับภาพที่อยู่ใต้โครงสร้าง ได้ผลลัพธ์มาปรับค่าที่ตำแหน่งนั้น Morphological มีการทำงานอยู่ 2 แบบ คือ

- 1) Erosion คือการกำจัดจุดขอบทุกจุด จะทำให้วัตถุเล็กลง 1 Pixel
- 2) Dilation คือการเพิ่มจุดรอบขอบวัตถุอีก 1 Pixel

หากทำ Erosion และทำต่อด้วย Dilation จะเรียกว่า Opening คือทำการให้วัตถุที่เล็กนั้นถูกกำจัดออกไปจะแยกวัตถุที่เชื่อมต่อกันด้วยเส้นบางๆออกจากกันจากนั้นขึ้นทำให้วัตถุมีขนาดใหญ่ขึ้น ขอบเรียบขึ้น ผลลัพธ์จะได้วัตถุที่มีขนาดเท่าเดิม

หากทำ Dilation และทำต่อด้วย Erosion จะเรียกว่า Closing รูเล็ก ๆ ต่าง ๆ ที่อยู่บนวัตถุ นั้นจะถูกเติมเต็มทั้งหมดทำให้วัตถุที่อยู่ใกล้กันมากจะถูกเชื่อมต่อกัน จากนั้นทำให้วัตถุเรียบขึ้น ผลลัพธ์ที่ได้วัตถุจะมีขนาดเท่าเดิม

2. Text Noise Filters เป็นการกรองสัญญาณรบกวนของภาพโดยที่ตัวอักษรบนภาพมีความชัดไม่เปลี่ยนไป

พื้นที่ขนาด 1 Pixel ที่ปรากฏโดด ๆ เป็นรู หรือ เป็นส่วนที่นูนออกมา จะตรวจสอบได้โดยใช้โครงสร้างขนาด 3 x 3 Pixel

พื้นที่ ที่มีขนาดใหญ่กว่า 1 พิกเซลใช้การกรองแบบ kFill ตรวจสอบได้ซึ่ง kFill เป็นการใช้โครงสร้างขนาด k x k พิกเซลซึ่งประกอบด้วย

ส่วนที่อยู่ตรงกลางมีขนาด $(k - 2) \times (k - 2)$ พิกเซลและล้อมรอบตรงกลางอีก $4(k - 1)$ เช่น 3×3 จะมีตรงกลาง $(3-2) \times (3-2) = 1$ พิกเซลและล้อมรอบด้วย $4(3-1) = 8$ พิกเซลในส่วนตรงกลางจะถูกกำหนดค่าให้เหมือนกันหมด (fill) เป็น 1 (ON) หรือ 0 (OFF) การพิจารณาค่าเป็น ON (หรือ OFF) นั้นจะต้องดูว่าภาพที่ส่วนตรงกลางของโครงสร้างที่อยู่นั้นต้องเป็น 0 (หรือ 1) ทั้งหมดและเงื่อนไขซึ่งขึ้นอยู่กับค่าของตัวแปร 3 ตัวที่ได้จากค่าของพิกเซลในส่วนที่ล้อมรอบอยู่ ต่อไปนี้ต้องเป็นจริงดังสมการ

$$(c = 1) \text{ and } \{ (n > 3k - 4) \text{ or } [(n = 3k - 4) \text{ and } (r = 2)] \}$$

กำหนดให้
n เป็นจำนวนพิกเซลในส่วนที่ล้อมรอบที่มีค่าเป็น 1 (หรือ 0)
c จำนวนกลุ่มของพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ที่อยู่ติดกันในส่วนที่ล้อมรอบ
r จำนวนพิกเซลที่อยู่มุมที่มีค่าเป็น 1 (หรือ 0)

การจำแนกบรรทัดข้อความ และจำแนก

ตัวอักษรออกจากบรรทัดข้อความ

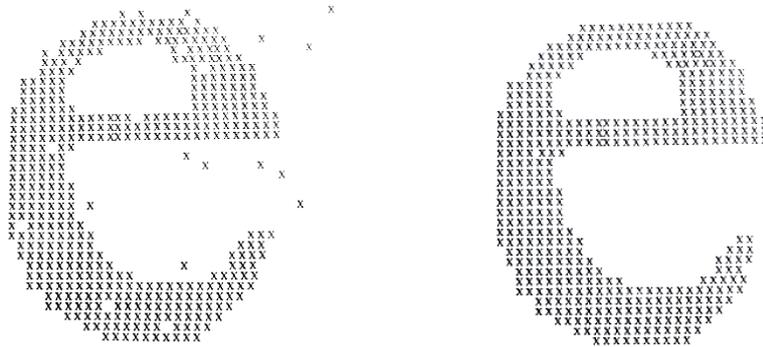
ในสองขั้นตอนนี้เป็นสองขั้นตอนสุดท้ายของการตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล เมื่อได้ภาพที่มีความชัดเจนจากการกำจัดสัญญาณรบกวนแล้ว จะนำรูปภาพเข้าสู่ขั้นตอนการจำแนกบรรทัดข้อความ และจำแนกตัวอักษรออกจากบรรทัดข้อความ โดยใช้สามารถใช้ วิธีการโปรเจกชัน (Projection Profile) เป็นวิธีการหาค่าสมมูลของจุดดำที่ประกอบกันเป็นตัวอักษร ซึ่งวิธีการโปรเจกชันนั้นสามารถแบ่งออกเป็นสองวิธีคือ [4, 10-13]

1. วิธีการโปรเจกชันตามแนวนอน เป็นวิธีการที่สามารถแยกตัวอักษรออกเป็นบรรทัดได้ โดยคำนวณจากจุดสีดำหรือจุดพิกเซลที่มีค่าเป็น 1 ตามแนวแกน X ซึ่งก็หมายถึงส่วนที่เป็นตัวอักษรตามแนวนอนนั่นเอง ผลจะได้ออกมาในรูปของกราฟฮิสโตแกรม

(Histogram) ช่วงของพิกเซลที่ไม่มีตัวอักษร นั้นจะเกิดช่องว่างขึ้น จากความแตกต่างนี้จึง สามารถนำมาใช้วิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นและ จุดสิ้นสุดของตัวอักษรแต่ละบรรทัดได้

2. วิธีการโปรเจกชันตามแนวตั้ง เป็นวิธีการที่สามารถแยกตัวอักษรแต่ละบรรทัดออกจากกัน ได้ โดยวิธีการคำนวณก็เหมือนกันกับการ โปรเจกชันตามแนวนอน เพียงแค่เปลี่ยนจาก

การคำนวณหาค่าจุดสีต่ำตามแนวแกน X ไป เป็นการคำนวณหาค่าจุดสีต่ำตามแนวแกน Y ผลที่ได้ออกมา ก็จะอยู่ในรูปของฮิสโตแกรม เช่นกัน และจะใช้ความแตกต่างของช่องว่างที่ เกิดขึ้นจากช่วงที่ไม่มีตัวอักษรในการ วิเคราะห์หาจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดของ ตัวอักษรแต่ละตัวได้



(a) Noise black and white image (b) Black and white image

Figure 8 An example showing a black and white image before and after noise reduction

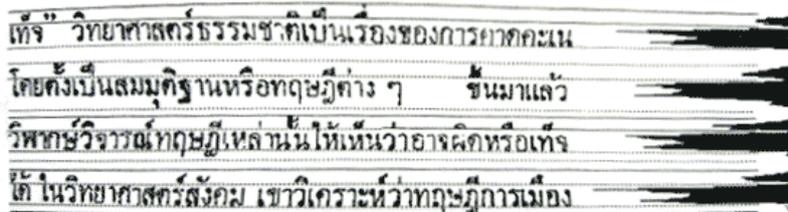


Figure 9 Horizontal projection profile



Figure 10 Vertical projection profile

วิจารณ์และสรุปผล

การตัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทย
ออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล ได้ประยุกต์ใช้
ความรู้ทางด้านการประมวลผลภาพ โดยขั้นตอน
เริ่มจากนำเอกสารมาผ่านการสแกน เพื่อแปลงให้
อยู่ในรูปของเอกสารเชิงดิจิทัล จากนั้นนำเอกสาร
เชิงดิจิทัลนั้นมาผ่านกระบวนการแปลงภาพสีให้
เป็นภาพระดับเทา แปลงภาพระดับเทาให้เป็น
ภาพขาวดำ กำจัดสัญญาณรบกวน จำแนกบรรทัด
ข้อความ และจำแนกตัวอักษรออกจากบรรทัด
ข้อความ ผลลัพธ์ที่ได้จากการศึกษาค้นคว้าครั้งนี้
คือ รูปภาพตัวอักษร ภาษาไทยที่พร้อมนำไปสู่
การหาคุณลักษณะพิเศษ

สิ่งที่สำคัญที่สุดในการประมวลผลก็คือ
เอกสารข้อความภาษาไทย เนื่องจากถ้าเอกสารที่
นำมาสแกน ไม่มีความสมบูรณ์ จะส่งผลกระทบต่อ
ประสิทธิภาพในการกำจัดพื้นหลัง และส่งกระทบ
สืบเนื่องไปยังขั้นตอนการตัดแยกบรรทัดข้อความ
และการตัดตัวอักษร ทำให้ทุกขั้นตอนมีการ
ทำงานที่ผิดพลาดมากยิ่งขึ้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Castleman KR. Digital Image Processing. N.J.: Prentice-Hall; 1996.
- [2] Eua-Anant N. Digital Image Fundamentals. [cited 2007 March 2]; Available from: <http://gear.kku.ac.th/~nawapak>
- [3] Wikipedia. Digital image processing. 2007 August 4, 2007 [cited 2007 January 19]; Available from: http://en.wikipedia.org/wiki/Digital_image_processing
- [4] Chamchong R. and O Surinta, Text Line Segmentation from Palm Leaf Manuscripts, in The 3rd National Conference on Computing and Information Technology (NCCIT2007). 2007: Bangkok, Thailand.
- [5] Farid H. Fundamentals of Image Processing. [cited 2007 February 17]; Available from: <http://www.cs.dartmouth.edu/~farid>
- [6] Surinta, O. and C. Jareanpon. *Comparison of image analysis for Thai handwritten character recognition*. in *4th International Conference on Intelligent Information Processing (IIP2006)*. 2006. Adelaide, Australia: Springer.
- [7] Surinta, O. and S. Nitsuwat, *Handwritten Thai Character Recognition Using Fourier Descriptors and Robust C-Protype*. Information Technology Journal, 2006. 2(3): p. 96.
- [8] Otsu N., *A threshold selection method from gray-level histograms*. IEEE Transactions on Systems, Man and Cybernetics, 1979. 9(1).
- [9] Fisher R, Perkins S, Walker A, Wolfart E. Erosion. 2003 [cited 2007 July 12]; Available from: <http://homepages.inf.ed.ac.uk/rbf/HIPR2/erode.htm>
- [10] Young IT, Gerbrands JJ, Vliet LJv. Morphology-based Operations. [cited 2007 June 30]; Available from: <http://www.ph.tn.tudelft.nl/Courses/FIP/noframes/fip-Morpholo.html#Heading96>
- [11] Tacnet, L.L.-S.A.Z.B., Text Line Segmentation of Historical Documents: a Survey. International Journal on Document Analysis and

Recognition, Analysis of Historical Documents, 2006.

- [12] Shi, Z., S. Setlur, and V. Govindaraju. Digital Enhancement of Palm Leaf Manuscript Images using Normalization Techniques. in 5th International Conference On Knowledge Based Computer Systems. 2004. Hyderabad, India.
- [13] Shi, Z. and V. Govindaraju. Historical Document Image Segmentation Using Background Light Intensity Normalization. in 12th SPIE Document Recognition and Retrieval. 2005. California, USA.