

ระบบสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลภาพสู่ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

ศุภกิจ จิระศิริโชติ, จิราพร เทียนกิ่งแก้ว และ ทวีชัย อวยพรภักขร

ห้องปฏิบัติการระบบอัจฉริยะเพื่อภาครัฐกิจ สาขาวิศวกรรมคอมพิวเตอร์ คณะวิศวกรรมศาสตร์ศรีราชา

มหาวิทยาลัยเกษตรศาสตร์ วิทยาเขตศรีราชา

199 ถนนสุขุมวิท ตำบลทุ่งสุขลา อำเภอสัตหีบ จังหวัดชลบุรี 20230 โทรศัพท์: 0-3835-4580-6

Emails: jirasirichote_tom@hotmail.com, ton_tarn_j27@hotmail.com, sfengtuo@src.ku.ac.th

บทคัดย่อ

จากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีการแปลความหมายภาพ (Image Processing) ข้อมูลจากภาพได้ถูกค้นหาโดยคาคหวางที่จะนำไปใช้งานต่อไปได้ทันที อย่างไรก็ตามเทคนิคการแปลความหมายภาพในปัจจุบันส่วนใหญ่โดยเฉพาะภาพที่มีลักษณะเป็นแบบสอบถาม มุ่งเน้นไปที่การแปลให้ถูกต้องมากที่สุด ภาพต่อภาพ แต่ไม่ได้พิจารณาถึงระบบฐานข้อมูลของข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพมากนัก รวมถึงยังไม่ได้นำหลักการการควบคุมความถูกต้องในระบบฐานข้อมูล ซึ่งจำเป็นต้องมีอยู่แล้วในการใช้งานจริงมาใช้ร่วม งานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการในการผสมผสานจุดเด่นในระบบฐานข้อมูลเข้ากับการแปลความหมายภาพ โดยอาศัยระบบสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลเข้า (Image Importing System) เพื่อเสริมให้ประสิทธิภาพโดยรวมดีขึ้นและสามารถจัดเก็บลงฐานข้อมูลได้ทันที จากผลการทดลองบนข้อมูลตัวอย่าง พบว่าค่าเฉลี่ยเวลาที่ลดในการดำเนินการโดยรวมดีขึ้นถึง 57.76 %

คำสำคัญ– ระบบการรู้จำตัวอักษร; ฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์

1. บทนำ

ระบบการรู้จำตัวอักษร (Optical Character Recognition) เป็นระบบการแปลความหมายและเรียนรู้ตัวอักษรจากภาพสู่ข้อมูลตัวอักษร ที่คาดหวางที่จะสามารถนำไปใช้งานต่อไปได้ เทคนิคการแปลความหมายจากภาพหลายวิธีได้ถูกพัฒนาขึ้น แต่ในปัจจุบันยังถือได้ว่าความน่าเชื่อถือในคุณภาพของการแปลยังมีข้อจำกัดในระดับหนึ่ง มีปัจจัยมากมายที่เกี่ยวข้องกับคุณภาพในการแปลความหมายจากภาพ ทั้งลายมือของผู้เขียนที่แตกต่างกัน ความสกปรกของภาพ (กรณีผ่านการสแกนหรือผ่านการสำเนา) ความเอียง รอยยับ ฯลฯ ที่ปรากฏบนภาพ ปัจจัยเหล่านี้ล้วนทำให้การแปลความหมายจากภาพผิดพลาดเกิดขึ้นไปทั้งสิ้น การปรับปรุงคุณภาพการแปลความหมายจึงได้ถูกพัฒนาขึ้นในการชดเชย หรือรองรับการแปลความหมายบนคุณภาพของภาพที่ไม่ดีนักได้

นอกเหนือจากการแปลความหมายจากภาพแล้วนั้น การเชื่อมโยงข้อมูลในภาพไปยังระบบฐานข้อมูลเชิงสัมพันธ์ ก็เป็นอีกหัวข้อหนึ่งที่ทำ

หายผู้พัฒนาและนักวิจัยเป็นอย่างมาก ข้อมูลจากภาพต้องสามารถเชื่อมโยงถึงความสัมพันธ์ของโครงสร้างฐานข้อมูล (Database Relationship) ได้ สามารถอ้างถึงกุญแจหลัก (Primary Key) ของแต่ละตารางได้อย่างชาญฉลาด เพื่อให้การแปลความหมายภาพสามารถถูกจัดเก็บและอ้างอิงเพื่อนำไปใช้งานต่อทันทีได้

งานวิจัยนี้จึงได้นำเสนอกระบวนการในการผสมผสานการแปลความหมายภาพเข้ากับการเชื่อมโยงไปยังระบบฐานข้อมูล โดยได้จัดทำระบบสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลเข้า (Image Importing System) ในการกำหนดค่าของการเชื่อมโยงการแปลความหมายภาพเข้ากับระบบฐานข้อมูล ด้วยรูปแบบที่นำเสนอ การแปลความหมายภาพจึงถูกผสมผสานกับระบบฐานข้อมูล ไม่ใช่แค่เพื่อเพียงการจัดเก็บข้อมูลอัตโนมัติ แต่เพื่อการสอบกลับข้อมูลที่อ่านได้มีความผิดพลาดจากข้อมูลในอดีตที่จัดเก็บเพียงไร อยู่ในขอบข่ายของเนื้อข้อมูลที่อนุญาตหรือไม่ ผิด Database Constraint หรือไม่ อันเป็นข้อมูลประกอบเสริมที่จะช่วยให้การแปลความหมายภาพโดยรวมทำได้ดียิ่งขึ้น

2. ความรู้พื้นฐานและทฤษฎีที่เกี่ยวข้อง

2.1 ระบบรู้จำตัวอักษร (Optical character recognition: OCR)

ระบบรู้จำตัวอักษร [2,7,8] เป็นกระบวนการทางกลไกหรือทางอิเล็กทรอนิกส์ เพื่อแปลภาพข้อความที่ได้จากการเขียนหรือจากการพิมพ์ไปเป็นข้อความที่สามารถแก้ไขได้โดยเครื่องคอมพิวเตอร์ โดยทั่วไปประกอบด้วยขั้นตอนต่อไปนี้

2.1.1 การประมวลผลขั้นต้น (Pre-Processing) - เป็นขั้นตอนในการปรับแต่งและจัดเตรียมข้อมูลให้เหมาะสมกับกระบวนการรู้จำที่จะดำเนินการต่อไป ขั้นตอนนี้มีความสำคัญต่อประสิทธิภาพโดยรวมของระบบ หากมีความผิดพลาดเกิดขึ้นในส่วนนี้จะส่งผลกระทบต่อส่วนถัดไปของระบบด้วย เทคนิคที่นิยมในการใช้งานมีหลายวิธีตามแต่ละวัตถุประสงค์ในการใช้งาน เช่น Global Thresholding [9] ซึ่งเป็นเทคนิคในการจัดเตรียมภาพโดยใช้ค่า Thresholding ของฮิสโทแกรมในการจัดเตรียมภาพ ซึ่งจะใช้เพียงค่าเดียวในการหาจุดแบ่งกลุ่มของฮิสโทแกรม ดังแสดงในรูปที่ 1

นอกเหนือจากนั้นเทคนิคการจัดการสัญญาณรบกวน (Noise) ก็ยังเป็นขั้นตอนการจัดเตรียมภาพที่สำคัญเช่นกัน เทคนิค Morphological Image Processing [9] เป็นเทคนิคในการลดสัญญาณรบกวนที่ได้รับความนิยมโดยจะนำค่าข้อมูลบิตพิกเซล “0” หรือ “1” ไปวางบนภาพ ซึ่งสามารถเลือกใช้ได้ 2 วิธี (ดังแสดงในรูปที่ 2) ดังนี้

- Erosion เป็นการกำจัดจุดที่เป็นขอบทุกจุด ซึ่งจะทำให้วัตถุเล็กลงโดยรอบ 1 พิกเซล จากตัวอย่างในรูปที่ 2(a) จะได้รูปที่ 2(b)
- Dilation เป็นการเพิ่มจุดรอบขอบวัตถุ ภาพ 1 พิกเซล ซึ่งทำให้วัตถุใหญ่ขึ้น จากตัวอย่างในรูปที่ 2(a) จะได้รูปที่ 2(c)

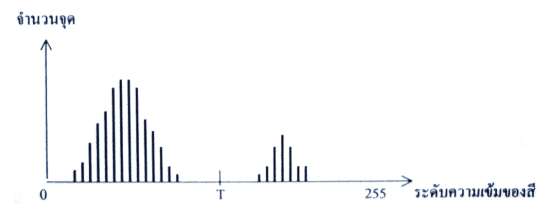
2.1.2 การรู้จำ (Recognition) [2,10] - ขั้นตอนนี้อธิบายเป็นหัวใจของกระบวนการทั้งหมด เพราะเป็นส่วนที่จะตัดสินใจว่ารูปตัวอักษรที่ส่งเข้าไปเป็นข้อมูลหรือตัวอักษรใด วิธีการหลากหลายได้ถูกนำเสนอขึ้นเพื่อปรับปรุงให้ได้ผลการทำงานที่ดีที่สุด สามารถรองรับลักษณะข้อมูลที่ซับซ้อนหรือมีเงื่อนไขในเอกสารได้ ซึ่งหากแบ่งตามรูปแบบหลักๆ ในทฤษฎีที่ใช้ในการรู้จำ สามารถแบ่งออกได้เป็นกลุ่มๆ ได้แก่ วิธีเข้าสู่รูปแบบ (Template Matching) วิธีทางสถิติ (Statistic Approach) วิธีการวิเคราะห์ทางโครงสร้าง (Structural Analysis) และวิธีโครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

2.1.3 การประมวลผลขั้นปลาย (Post-Processing) - หลังจากที่ผ่านมาขั้นตอนการรู้จำแล้ว จะได้ข้อมูลจากภาพ ซึ่งอาจเป็นข้อมูลในลักษณะของ Boolean (มีการทำเครื่องหมายหรือไม่) หรืออาจเป็นในรูปแบบตัวอักษรกระบวนการในส่วนนี้จะเป็นส่วนการตรวจสอบผลการแปลความหมาย (Data Validation) เช่น การตรวจสอบความถูกต้องของการสะกดคำและไวยากรณ์ [12] โดยอาจนำเครื่องมือต่างๆ มาช่วยในการตรวจสอบ เช่น พจนานุกรม เป็นต้น ซึ่งนอกเหนือจากการตรวจสอบความถูกต้องระดับคำแล้ว ยังอาจตรวจสอบไวยากรณ์ในระดับประโยคได้อีกด้วย

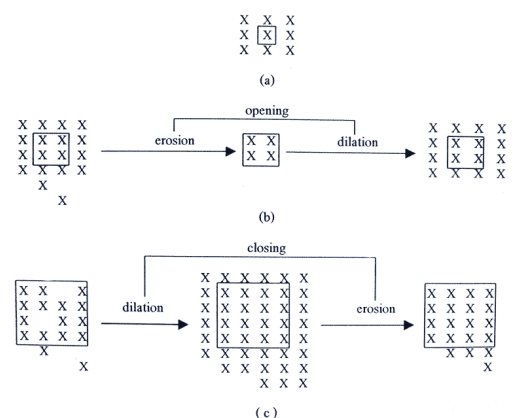
2.2 โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network)

โครงข่ายประสาทเทียม (Neural Network) [4] เป็นวิธีการการรู้จำหนึ่งที่มีความนิยมอย่างสูง เนื่องจากสามารถฝึกการเรียนรู้ได้ สามารถใส่ปัจจัยที่มีผลต่อผลลัพธ์ได้หลากหลาย โดยให้ผลลัพธ์เป็นที่น่าพอใจ ลักษณะการทำงานจะเป็นการจำลองการทำงานของสมองมนุษย์มาอยู่รูปแบบของคอมพิวเตอร์ ดังแสดงในรูปที่ 3 เพื่อช่วยให้คอมพิวเตอร์รู้จักคิด จดจำ ได้วิธีการของ Neural Network จะมีอยู่มากมายขึ้นอยู่กับการนำไปประยุกต์ใช้ในในแต่ละลักษณะงาน ซึ่งในงานวิจัยนี้เลือกการใช้โครงข่ายประสาทเทียมในการรู้จำตัวเลขที่เขียนด้วยลายมือในภาพเป็นหลัก

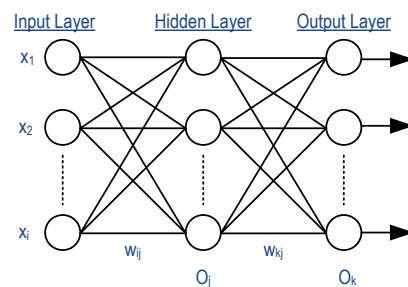
ลักษณะการทำงานของ Neural Network จะประกอบด้วย Neurode (หรือ Node) ที่จะมีน้ำหนัก (Weight) กำกับไว้เมื่อเริ่มต้นการสอน Neural Network จะทำในลักษณะ Back Propagation กล่าวคือใส่ค่าผลที่ทราบไปยัง Output Node เพื่อคำนวณย้อนกลับไปยัง Input Node โดยจะได้ค่าความผิดพลาด (Error) ในระหว่างการเรียนรู้ ค่าความผิดพลาดนี้จะ



รูปที่ 1. ฮิสโทแกรมของ Global Thresholding



รูปที่ 2. การทำ Erosion และ Dilation



รูปที่ 3. ลักษณะการทำงานของ Neural Network

นำไปใช้ปรับค่าน้ำหนักให้เหมาะสมขึ้นเรื่อยๆ ดังนั้นเมื่อฝึกฝนได้ระดับหนึ่งแล้ว Neural Network ที่ได้จะสามารถนำไปทดสอบ Input เพื่อหาคำตอบของ Output ที่ยังไม่ทราบได้ (เรียกว่ากระบวนการ Feed Forward)

อนึ่งสำหรับการแปลความหมายของการทำเครื่องหมาย [13] ในภาพแบบสอบถามในงานวิจัยนี้ เนื่องจากไม่มีลักษณะที่ซับซ้อนมากนัก จึงจะไม่ใช้กระบวนการ Neural Network แต่จะใช้การตรวจพิกเซลสีในบริเวณพื้นที่เป้าหมายแทน ถ้าสีที่ได้ต่างไปจากสีของภาพพื้นกระดาษแบบสอบถาม แสดงว่ามีการทำเครื่องหมายแล้ว

3. การออกแบบระบบ

ในงานวิจัยนี้ได้นำเสนอกระบวนการในการผสมผสานระบบฐานข้อมูลเข้ากับระบบการแปลความหมายภาพที่ลักษณะเป็นแบบสอบถาม โดยเพิ่มเติมในส่วนการประมวลผลขั้นปลาย (Post-Processing) ในการตรวจสอบความถูกต้องของข้อมูลจากคุณสมบัติของระบบฐานข้อมูล (Database System) และจากค่าควบคุมที่กำหนดในฐานข้อมูลประกอบกัน ทั้งนี้จะจัดเตรียมระบบการแก้ไขข้อมูล แสดงพร้อมข้อมูลทางสถิติของข้อมูลในอดีตเพื่อ

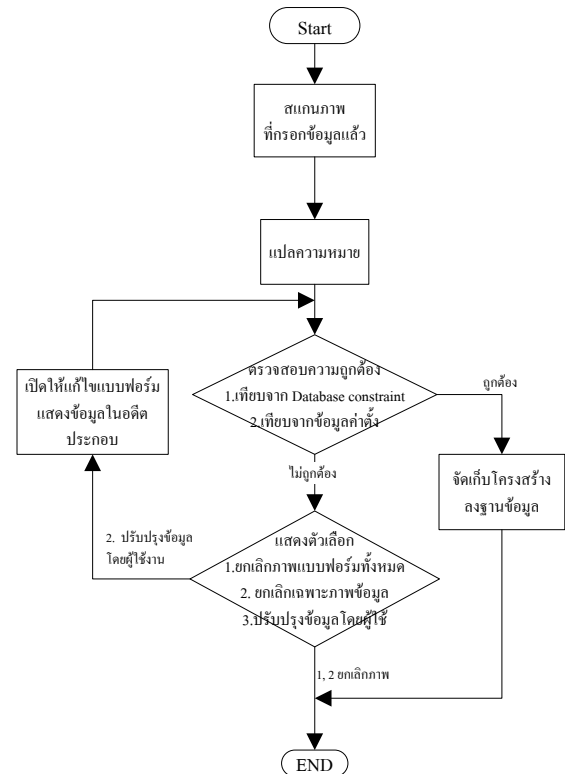
ประกอบการตัดสินใจ เพื่อให้ประสิทธิภาพโดยรวมในการจัดเก็บข้อมูล จากภาพของแบบสอบถามที่มีอยู่เป็นจำนวนมากทำได้มากยิ่งขึ้นเมื่อเทียบกับ การดำเนินการทั้งหมดโดยมนุษย์ หรือดำเนินการแปลโดยระบบ OCR แต่ป้อนข้อมูลเข้าและตรวจสอบความถูกต้องโดยมนุษย์ ซึ่งกระบวนการที่นำเสนอจะจัดทำเป็นระบบสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลเข้า (Image Importing System) รูปแบบการทำงานโดยรวมแสดงดังรูปที่ 4

การทำงานของระบบเริ่มจากการอ่านข้อมูลภาพที่มีลักษณะเป็นแบบสอบถามจากสแกนเนอร์ ภาพที่ได้จะถูกแปลความหมายตามตำแหน่ง ในภาพที่กำหนดไว้ก่อนล่วงหน้าว่าเป็นข้อมูล Field ของฐานข้อมูล จากนั้นระบบจะนำข้อมูลที่ได้อ่านไปตรวจสอบกับโครงสร้างฐานข้อมูล เช่น เป็นรหัสลูกค้าที่มีจริงหรือไม่ หรืออยู่ในช่วงที่กำหนดหรือไม่ โดยแสดงคู่กับค่าทางสถิติของข้อมูลในออดิต (เพื่อประกอบการพิจารณา) ทั้งนี้หากการตรวจสอบพบว่าข้อมูลถูกต้องจะจัดเก็บลงฐานข้อมูลและเริ่มกระบวนการใหม่ แต่ถ้าหากไม่ถูกต้องจะแสดงหน้าต่างสอบถามค่าที่ควรเป็น ซึ่งอาจยกเลิกภาพนั้นหรือข้อมูลนั้นก็ได้ (สามารถตั้งให้ทำโดยอัตโนมัติได้)

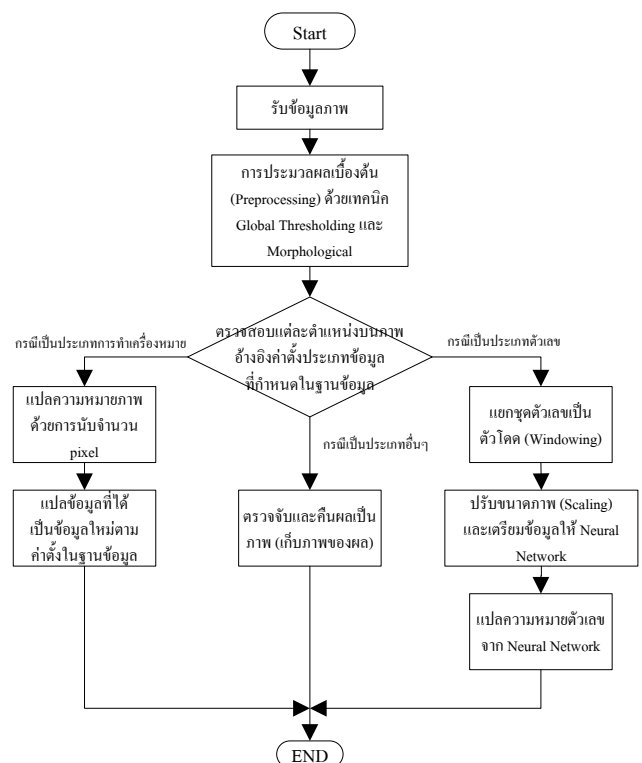
3.1. การแปลความหมายภาพ

การแปลความหมายภาพในงานวิจัย จะใช้ หลักในการเปรียบเทียบกับภาพ คัดแบบที่มีลักษณะเป็นแบบสอบถามเปล่า (ที่ยังไม่ได้กรอกข้อมูล) ทั้งนี้ การแปลความหมายภาพจะหมุนภาพก่อนเพื่อให้คุณภาพผลลัพธ์ของการอ่านดีขึ้น และใช้การเปรียบเทียบกับภาพแบบฟอร์มเปล่าที่ได้สแกนไว้ล่วงหน้า โดยจะแปลเฉพาะ ตำแหน่งภาพที่กำหนดไว้เท่านั้น การแปลความหมายภาพที่ใช้ในงานวิจัยจะรองรับข้อมูล 3 ประเภทใหญ่ๆ คือการทำเครื่องหมาย (ในแบบสอบถาม อาจเป็นการทำเครื่องหมายถูกผิดหรือระบายสี), ตัวเลข และ ข้อมูลประเภทอื่นๆ ซึ่ง จะจัดเก็บเป็นภาพขนาดเล็กในฐานข้อมูลแทน รายละเอียดของการทำงานแสดงในรูปที่ 5 (ซึ่งขยายรายละเอียดจากรูปที่ 4 ส่วนการแปลความหมายภาพ) ทั้งนี้ในงานวิจัยนี้จะไม่ได้มุ่งเน้นในการปรับปรุงเทคนิคการแปลความหมายภาพให้ดีขึ้นแต่อย่างใด

ในการแปลความหมายภาพจะเริ่มด้วยการเตรียมข้อมูล (Preprocessing) ซึ่งจะใช้เทคนิค Global Thresholding และ Morphological จากนั้นจะเริ่มการตรวจสอบทีละตำแหน่งข้อมูลบนภาพ โดยตรวจสอบจากค่าตั้งว่าตำแหน่งนั้นๆ เป็นประเภทข้อมูลใด ในกรณีที่ ข้อมูลเป็นประเภทการทำเครื่องหมายจะตรวจสอบจาก pixel สี (เพื่อตรวจสอบว่ามีการทำเครื่องหมายหรือไม่ โดยไม่ตรวจสอบรูปร่างของเครื่องหมาย) หากพบว่ามีการทำเครื่องหมายจะตรวจสอบกับค่าตั้งในฐานข้อมูลอีกครั้งว่า จะคืนค่าใดให้กับระบบ เช่น หากทำเครื่องหมายที่เพศชาย ให้เก็บค่า “1” ในฐานข้อมูล เป็นต้น ในส่วนของการแปลข้อมูลตัวเลขจะ ใช้โครงข่ายประสาทเทียม (Neural network) โดยจะตรวจสอบทีละอักขระตัวเลข และในส่วนของประเทศข้อมูลอื่นๆ ในงานวิจัยนี้จะเก็บข้อมูลเป็นภาพในกรอบตำแหน่งที่ได้กำหนดไว้ลงฐานข้อมูลโดยตรง โดยไม่แปลเป็นข้อความหรือตรวจสอบความถูกต้องแต่อย่างใด



รูปที่ 4. กระบวนการทำงานของแนวทางที่นำเสนอ



รูปที่ 5. ขั้นตอนการแปลความหมายภาพ

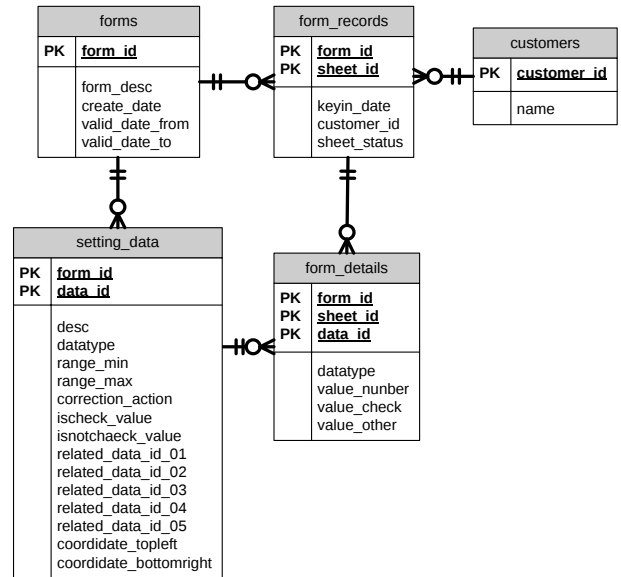
อนึ่งด้วยเทคนิคที่เลือกใช้ ระบบสนับสนุนการนำข้อมูลเข้าที่นำเสนอ จึงอาจมีข้อจำกัดในการแปลความหมายภาพในรูปแบบข้อมูลภาพที่ผิดปกติ เช่น การขีดฆ่ายกเลิกการทำเครื่องหมาย หรือการลบข้อมูลด้วยยางลบแต่อาจไม่สะอาดมากพอ หรือการเขียนตัวเลขที่ไม่ชัดเจนหรือตัวเลขที่เขียนในลักษณะเส้นต่อเนื่องหรือซ้อนกันของตัวเลข เป็นต้น ซึ่งถือเป็นแนวทางการพัฒนาต่อในอนาคตของงานวิจัยนี้

3.2. ส่วนเก็บค่าตั้งการแปลและการจัดเก็บข้อมูลจากการแปล

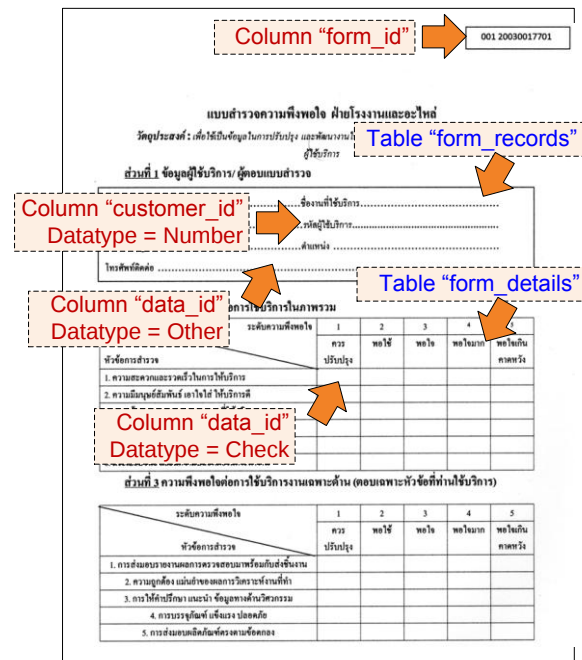
การเก็บค่าตั้งการแปลในระบบสนับสนุนการนำข้อมูลเข้าในงานวิจัย จะเปิดให้ผู้ใช้งานกำหนดกรอบจุดในภาพแบบฟอร์มเปล่า โดยไม่จำกัดจำนวนกรอบจุดของภาพ (แต่จะซ้อนทับกันไม่ได้) กรอบจุดภาพจะถูกบันทึกลงฐานข้อมูลโดยจะต้องกำหนดค่าตั้งการแปลความหมายในแต่ละตำแหน่งของกรอบจุดภาพด้วย ดังแสดงในรูปที่ 6 ค่าตั้งจะจัดเก็บในตาราง “setting_data” ซึ่งประกอบด้วย ชื่อของข้อมูล (Column “desc”) ประเภทข้อมูลและวิธีการแปลข้อมูล (ตัวเลข, การทำเครื่องหมาย หรือ อื่นๆ) (Column “datatype”), ช่วงของข้อมูล (Column “range_min” และ “range_max”), วิธีการจัดการเมื่อพบข้อผิดพลาด (สามารถเลือกยกเลิกภาพทั้งหมด, ยกเลิกเฉพาะในข้อมูลนั้นๆ หรือแสดงหน้าต่างสอบถามได้อย่างใดอย่างหนึ่ง) (Column “correction_action”), ค่าที่บันทึกในฐานข้อมูลเมื่อพบการทำเครื่องหมาย (Column “ischeck_value” และ “isnotcheck_value”), ตำแหน่งที่เกี่ยวข้องกรณีต้องเลือกเพียงช่องใดช่องหนึ่ง (ได้สูงสุด 5 ช่อง) (Column “related_data_id_01” ถึง “related_data_id_05”) และพิกัดของรูปบนภาพ (Column “coordinate_topleft” และ “coordinate_bottomright”)

ในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลที่ได้จากการแปล ซึ่งเป็นรูปแบบที่รองรับการเก็บข้อมูลได้มากกว่า 1 รูปแบบแบบสอบถาม (ตาราง “forms”) ไม่จำกัดจำนวนข้อมูลแบบสอบถาม (Sheet) (ตาราง “form_records”) ไม่จำกัดจำนวน Field ของข้อมูลในแบบสอบถาม (Data ID) (ตาราง “form_details”) ทั้งนี้ตารางที่เก็บข้อมูลนี้จะโยงความสัมพันธ์กับตารางค่าตั้งผ่าน Column “data_id” และ “form_id” ในตาราง “setting_data” และในส่วนของการจัดเก็บข้อมูลหัวกระดาษแบบสอบถาม (ตาราง “form_records”) จะโยงความสัมพันธ์กับข้อมูลประกอบอื่นๆ ด้วยในทันทีคือข้อมูลลูกค้าในตาราง “customers”

สำหรับข้อมูลแบบสอบถามที่จัดเก็บนั้น แสดงในรูปที่ 7 แต่ละแบบฟอร์มแบบสอบถามหนึ่งๆ จะมีรหัสแบบฟอร์ม (“form_id”) หมายเลขหนึ่ง เมื่อกรอกข้อมูลและนำเข้าระบบแล้ว ระบบจะสร้างหมายเลข “sheet_id” ที่ไม่ซ้ำกันให้โดยอัตโนมัติ โดยในการแปลความหมายเริ่มต้นจะตรวจสอบจากรหัสลูกค้า (“customer_id”) ที่ระบุในแบบฟอร์มว่ามีอยู่จริงในฐานข้อมูลหรือไม่ หากไม่พบระบบจะปรับสถานะแบบสอบถาม (“sheet_status”) เป็นยกเลิกไว้ล่วงหน้าก่อนจะเข้าสู่ขั้นตอนการสอบถามผู้ใช้งานต่อไปดังที่ได้กล่าวไปแล้วในหัวข้อ 3.1 หลังจากนั้นระบบจะเริ่มตรวจสอบข้อมูลในแบบฟอร์ม โดยจะตรวจสอบประเภทข้อมูลก่อน (Data type) ในกรณีที่เป็นตัวเลข จะตรวจสอบช่วงของค่า



รูปที่ 6. ภาพโครงสร้างฐานข้อมูลของระบบ



รูปที่ 7. แบบฟอร์มแบบสอบถามที่ใช้ในงานวิจัย

ใน Column “range_min” และ Column “range_max” ของตาราง “setting_data” ก่อน ค่าที่แปลได้จะเก็บใน Column “value_number” ของตาราง “form_details” กรณีเป็นการตรวจการทำเครื่องหมาย จะตรวจว่ามี การทำเครื่องหมายซ้ำซ้อนในตำแหน่งภาพของข้อมูลที่กำหนดใน Column “related_data_id_01” ถึง Column “related_data_id_05” ในตาราง “setting_data” หรือไม่ หากไม่ จะตรวจสอบค่าที่จะบันทึกจากค่าตั้งอีกครั้งและจัดเก็บใน Column “value_check” และกรณีกำหนดเป็นข้อมูลอื่นๆ (เช่น ชื่อผู้ตอบหรือหมายเลขโทรศัพท์ในแบบสอบถาม) จะเก็บเป็น bitmap ใน Column “value_other” โดยไม่ตรวจสอบความถูกต้องแต่อย่างใด

4. การทดสอบและการประเมินผล

การทดสอบการทำงานของระบบที่นำเสนอในงานวิจัย จะวัดผลจากระยะเวลารวมที่ใช้ป้อนข้อมูลเข้าฐานข้อมูล และค่าความผิดพลาดจากการแปลข้อมูลแบบฟอร์มแบบสอบถามความพึงพอใจในการให้บริการ จำนวน 50 แบบสอบถาม แต่ละแบบฟอร์มมีข้อมูลที่สามารถตอบได้ 50 ข้อมูล โดยผู้เกี่ยวข้องแบ่งเป็นผู้ดำเนินการแปลข้อมูลจากแบบฟอร์มและผู้ตรวจสอบผลบนฐานข้อมูลอย่างละ 1 คน การทดลองทดสอบบนเงื่อนไขการใช้งานจริงที่แบบฟอร์มกระดาษที่มีคุณภาพภาพที่สแกนได้ชัดเจน (ตามคุณภาพจากการสำเนาเอกสารบนกระดาษรีไซเคิล) การทดสอบจะเทียบผลระหว่างการใช้มนุษย์ในการอ่านและป้อนเข้าฐานข้อมูลทั้งหมด (Manual by Human), ใช้การสแกนและจดผลในกระดาษ นำผลที่ได้ป้อนเข้าฐานข้อมูล และให้ผู้ตรวจสอบผลหลังจากป้อนเสร็จทั้งหมดแล้ว (Scan, Key-in All, Check) และใช้ตามกระบวนการที่นำเสนอในงานวิจัยคือสแกนผลนำเข้าฐานข้อมูลอัตโนมัติ กรณีพบแบบฟอร์มที่มีข้อสงสัยจะสอบถามผู้ใช้งานทันที (Scan with Auto Key-in) ผลที่ได้แสดงดังตารางที่ 1 และ ตารางที่ 2

จากผลการทดลองข้างต้นจะพบว่า แนวทางที่นำเสนอในงานวิจัย สามารถลดเวลาในการอ่านค่าภาพในการปฏิบัติงานจริงโดยรวมได้ 62.99% และ 52.53% (เฉลี่ย 57.76%) เมื่อเทียบกับการใช้มนุษย์ทำเพียงอย่างเดียวทั้งการอ่านค่าและป้อนข้อมูลเข้าฐานข้อมูล และเทียบกับการใช้ OCR แปลความหมายภาพก่อน และให้ มนุษย์รวบรวมผลการแปลป้อนเข้าฐานข้อมูลตามลำดับ (ทั้งนี้เมื่อป้อนเสร็จแล้วจะต้องตรวจสอบผลว่านับได้ถูกต้องหรือไม่ ซึ่งหากพบว่าผิดพลาดจะต้องนับรวมเวลาในการค้นหาเพื่อแก้ไขให้ถูกต้องด้วย) เมื่อพิจารณาความผิดพลาดรวมในระหว่างการดำเนินการพบว่า แนวทางที่นำเสนอสามารถลดความผิดพลาดได้กว่า 97.37% และ 98.81% ตามลำดับ ข้อมูล จากการทดลองจึงแสดงให้เห็นว่าแนวทางที่นำเสนอสามารถปรับปรุงทั้งเวลาโดยรวม และลดความผิดพลาดที่จำเป็นต้องแก้ไขโดยมนุษย์ภายหลังการดำเนินการได้เป็นอย่างดี กระบวนการหรือความผิดพลาดบางอย่างจะถูกลดไป เช่น การเขียนผลบนกระดาษทดและลอกใส่ในระบบ การนับและตรวจสอบ ผลของข้อมูลซึ่งมีเป็นจำนวนมากโดยมนุษย์ ขั้นตอนการสอบกลับถึงข้อมูลที่ผิดพลาดจากการแปลภาพไปยังแบบสอบถามโดยผู้ตรวจสอบหลังจากที่ป้อนข้อมูลทั้งหมดแล้ว, หรือความผิดพลาดที่อาจเกิดจากผู้ตรวจสอบเองในการตรวจสอบผลในขั้นตอนสุดท้าย เป็นต้น

5. บทสรุป

จากความก้าวหน้าด้านเทคโนโลยีในปัจจุบัน การนำข้อมูลจากภาพมาใช้เป็นเทคโนโลยีหนึ่งที่ถูกนำมาประยุกต์ใช้งานอย่างหลากหลาย การแปลความหมายภาพ (Image Processing) ให้ได้ผลอย่างแม่นยำถูกยกเป็นประเด็นสำคัญในการกำหนดความเป็นไปในเทคโนโลยีนี้ อย่างไรก็ดีแล้วในการนำไปประยุกต์ใช้งานจริง ข้อมูลที่ได้จากการแปลภาพมีความเกี่ยวข้องอย่างใกล้ชิดกับเทคโนโลยีการจัดเก็บข้อมูลในระบบฐานข้อมูล

ตารางที่ 1. เปรียบเทียบเวลาที่ใช้ในรูปแบบต่างๆ

การทดสอบ	Manual by Human	Scan, Key-in All, Check	Scan with Auto Key-in (แนวทางที่นำเสนอ)
เวลาที่ใช้ในการป้อนข้อมูลเข้าระบบ (นาทีก)	43	27	14
เวลาที่ใช้ในการตรวจสอบจนถูกต้อง (นาทีก)	84	72	33
รวม (นาทีก)	127	99	47

ตารางที่ 2. ความผิดพลาดที่เกิดขึ้นจากกระบวนการต่างๆ

การทดสอบ	Manual by Human	Scan, Key-in All, Check	Scan with Auto Key-in (แนวทางที่นำเสนอ)
ความผิดพลาดจากการป้อนข้อมูลเข้าระบบ	1.2%	3.2%	- แปลความหมายผิดก่อนสอบถามผู้ใช้งาน 3.2 % - หลังการแก้ไข โดยผู้ใช้งาน 0.04 %
ความผิดพลาดจากการตรวจสอบ	2.6 %	5.2 %	0.06 %
รวม	3.8 %	8.4 %	0.10 %

(Database System) ซึ่งมักจะมองเป็นกระบวนการทำงานคนละส่วนกันกับการแปลความหมายภาพ ทั้งที่ข้อมูลที่ได้จะต้องไม่ผิดโครงสร้างการจัดเก็บ (Database Structure and Database Constraint) รวมถึงไม่ผิดปกติกเมื่อเทียบกับข้อมูลที่ได้จัดเก็บในอดีต งานวิจัยนี้ได้ นำเสนอ การนำระบบฐานข้อมูลผสมผสานเข้ากับกระบวนการแปลความหมายภาพ โดยพัฒนา ระบบสนับสนุนการนำเข้าข้อมูลเข้า (Image Importing System) มาช่วยในการเชื่อมโยงความสัมพันธ์ เพื่อเสริมให้ประสิทธิภาพโดยรวมให้ดีขึ้น สามารถตรวจสอบความผิดปกติจากข้อมูลที่แปลได้ทันที และสามารถจัดเก็บลงฐานข้อมูลได้อัตโนมัติอีกด้วย ซึ่งจากการทดลองพบว่าแนวทางที่นำเสนอสามารถนำไปประยุกต์ใช้งานได้เป็นอย่างดี

แนวทางในการพัฒนาในอนาคตนั้น จะนำเทคนิคการแปลความหมายภาพอื่นๆ มาใช้ร่วมกับระบบที่นำเสนอนี้ เพื่อให้คุณภาพการแปลดีขึ้น และจะพัฒนาให้รองรับรูปแบบการป้อนข้อมูลในลักษณะพิเศษอื่นๆ หรือรองรับเงื่อนไขการทำงานมากขึ้น เช่น สามารถตรวจสอบเฉพาะเครื่องหมายถูก หรือรองรับการขีดฆ่ายกเลิกคำตอบ หรือรองรับรอยลบ ดินสอหรือการใช้ปากกาคำผิด เป็นต้น

เอกสารอ้างอิง

- [1] Ceri, S., and Pelagatti G., “Distributed Databases: Principles and Systems”, New York : McGraw-Hill, 1984.
- [2] Elie Krevat and Elliot Cuzzillo., “Improving Off-line Handwritten Character Recognition with Hidden Markov Models”.
- [3] Fagin, R. “Normal Form for Relational Databases

That Is Based on Domains and Keys”, *ACM Transactions on Database Systems* 6, pp 387-415, 3 September 1981.

[4] Kiyoshi Kawaguchi, “The McCulloch-Pitts Model of Neuron”,
[ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :

http://osp.mans.edu.eg/rehan/ann/2_3_1%20The%20McCulloch-Pitts%20Model%20of%20Neuron.htm (วันที่สืบค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2553).

[5] N. Arica and F. Yarman-Vural, “An overview of character recognition focused on off-line handwriting?”, *IEEE transactions on systems, man and cybernetics - part C : Applications and reviews*, 2001.

[6] Mannino, Michael V., “Database design, application development, and administration”.

[7] “Thai OCR : Thai Optical Character Recognition”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก : <http://thaiocr.phaisarn.com/introduce.html>(วันที่สืบค้นข้อมูล : 8 กันยายน 2553).

[8] Wojciech Bieniecki, Szymon Grabowski and Wojciech Rozenberg, “Image Preprocessing for Improving OCR Accuracy”, MEMSTECH2007, 2007.

[9] ณัฐธิดา ลิ้มสม , โอฬาริก สุรินดี๊ะ, “การคัดตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยออกจากเอกสารภาพเชิงดิจิทัล”, สาขาวิชาระบบสารสนเทศเพื่อการจัดการ คณะวิทยาการสารสนเทศ มหาวิทยาลัยมหาสารคาม.

[10] นราพงษ์ อภิรัตน์วรกุล, นเรศ เกื้อปัญญากุล, “การศึกษาหลักการการจดจำตัวอักษรไทย”, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยขอนแก่น, 2548.

[11] พิชิต ฤทธิจิรบุญ, “ระเบียบวิธีการวิจัยทางสังคมศาสตร์”, กรุงเทพฯ : ศูนย์หนังสือราชภัฏพระนคร, 2544.

[12] วันทนี พันธ์ชาติ, ศศ.พุทธิชาติ ไปธิบาล , อรอินทรา ภูประเสริฐ, น้ำหนึ่ง มิตรสมาน, ปิยะดา สบายใจ, สรินยา ชมพูนุตร, “อุปกรณสิ่งอำนวยความสะดวกสำหรับเด็กที่มีปัญหาการเรียนรู้ ในต่างประเทศ”, [ออนไลน์] เข้าถึงได้จาก :

http://www.nectec.or.th/index.php?option=com_content&view=article&id=441:2010-03-04-09-13-08&catid=40:technology-news&Itemid=165
(วันที่สืบค้นข้อมูล : 10 กันยายน 2553).

[13] สมศักดิ์ คงแสง, “ของฝากสำหรับโปรแกรมเมอร์ ตอน การอ่านและการวิเคราะห์เครื่องหมายบนกระดาดคำตอบ”, ภาควิชาวิทยาการคอมพิวเตอร์ คณะวิทยาศาสตร์ มหาวิทยาลัยสงขลานครินทร์ วิทยาเขตหาดใหญ่.

[14] อุทุมพร จามรมาน, “แบบสอบถาม: การสร้างและการใช้”, พิมพ์ครั้งที่ 6. กรุงเทพฯ : ฟีนิกซ์บุ๊คซิงค์จำกัด, 2544.