



บทที่ 5

สรุป และข้อเสนอแนะ

สรุป

ระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทยแบบออนไลน์ในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ประกอบไปด้วยส่วนสำคัญ 3 ส่วน

1 การวิเคราะห์ลักษณะเด่นอักษร

การวิเคราะห์ลักษณะเด่นของอักษรเป็นวิธีที่ประยุกต์ เพื่อการตรวจแยกกลุ่มย่อยของอักษรไทยโดยเฉพาะ ผลลัพธ์ที่เหมาะสมจะช่วยให้การเลือกกลุ่มรูปแบบตัวอักษรจำนวนหนึ่ง ซึ่งจะนำไปใช้คำนวณหาความแตกต่าง ลักษณะเด่นของอักษรไทยในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ สามารถแบ่งออกได้เป็น

- 1.1 ตรวจสอบการกระจาย
- 1.2 การติดตามทิศทางของการเริ่มลากเส้น
- 1.3 ตำแหน่งสัมพันธ์ของจุดปลาย

2 การเรียนรู้อักษร และสร้างพจนานุกรมรูปแบบ

การเรียนรู้อักษรอ้างอิงเพิ่มเติม เข้าในพจนานุกรมรูปแบบ เป็นส่วนสำคัญในการเพิ่มคุณภาพของรูปแบบอ้างอิง เพื่อเพิ่มความแม่นยำในการรับรู้รูปแบบ การเรียนรู้อักษรอ้างอิงสามารถแบ่งออกได้เป็น

2.1 การสร้างรหัสทิศทาง

ค่าคู่ลำดับที่สุ่ม ได้นั้นจะผ่านกระบวนการแปลงเป็นค่ารหัสทิศทางแบบลูกโซ่ของฟรีแมน เพื่อใช้เป็นรูปแบบแทนอักษรแต่ละอักษรในพจนานุกรม และเป็นค่าที่จะนำไปใช้ในการคำนวณหาความแตกต่างของรูปแบบ

2.2 การสร้างตารางกลุ่มย่อย

ตารางกลุ่มย่อยเป็นการแบ่งอักษรออกเป็นกลุ่มที่มีลักษณะเด่นรวมคล้ายคลึงกัน โดยมีคำรหัสของกลุ่มที่ใช้แทนอักษรแต่ละกลุ่ม เพื่อให้สะดวกในการค้นหา

2.3 พจนานุกรมรูปแบบ

รูปแบบอ้างอิงทั้งหมดจะถูกรวบรวมเข้าด้วยกันเป็นพจนานุกรม โดยอาศัยการจัดเก็บข้อมูลแบบไบนารีทรี เพื่อให้การค้นหาข้อมูลใช้เวลาเฉลี่ยน้อย และสะดวกในการเพิ่มเติมรูปแบบ

3 การรับรู้รูปแบบลายมือเขียน และแสดงผล

การรับรู้รูปแบบเป็นการคำนวณหาความแตกต่างระหว่างรูปแบบทดสอบ กับรูปแบบอ้างอิง สามารถแบ่งการประมวลผลออกเป็น

3.1 ไดนามิคโปรแกรมมิ่ง

ไดนามิค โปรแกรมมิ่งเป็นทฤษฎีในการหาความแตกต่างของรูปแบบสองรูปแบบ โดยคำนึงถึงการปรับตัวตามแกนเวลาของรูปแบบที่ใช้ในการคำนวณ ผลต่างของการคำนวณจะ ได้จากการเปรียบเทียบค่าความแตกต่างของรหัสทิศทาง การกำหนดขนาดความชันของการปรับตัว เพื่อลดการบิดเบือนขนาดของรูปแบบ

3.2 ภาคจัดการผลลัพธ์

การจัดการผลลัพธ์ที่ได้จากการคำนวณ เพื่อตรวจสอบซ้ำสำหรับรูปแบบอักษรที่มีลักษณะเด่นคล้ายคลึงกัน รูปแบบอักษรที่มีการลากเส้นมากกว่าหนึ่งเส้น และรูปแบบที่มีขนาดแตกต่างกัน

ความแม่นยำในการรับรู้รูปแบบ

ตามที่ได้มีการทดสอบอัตราการรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทยของระบบ ซึ่งมีอัตราการรับรู้ถูกต้องร้อยละ 98.5 ซึ่งเป็นอัตราการรับรู้รูปแบบที่สามารถที่จะทำการปรับปรุงให้มีความถูกต้องมากยิ่งขึ้นได้ จากการวิจัยของระบบรับรู้อื่นๆ

ผลการทดสอบของระบบรับรู้เสียงพูดที่ใช้ทฤษฎีไดนามิค โปรแกรมมิ่ง มีอัตราการรับรู้รูปแบบถูกต้องสูงถึงร้อยละ 99.8 (ITAKURA, 1975; RABINER et al., 1978; SAKOE et al., 1978)

ผลการทดสอบของระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนภาษาอื่นๆ รวมถึงระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนตัวเลข และรหัสไปรษณีย์ มีอัตราการรับรู้รูปแบบถูกต้องสูงถึงร้อยละ 99.7 (นิเชษฐ อุคมประเสริฐ, 2529; CHENG et al., 1986; GU et al., 1983; HUANG, 1988; ISHII, 1988; YAMAMOTO et al., 1988)

ผลการทดสอบของระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทย และระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนตัวเลขไทย มีอัตราการรับรู้รูปแบบถูกต้องสูงถึงร้อยละ 96 และ 99 ตามลำดับ (ประสาร ตันติสาหน่ง, 2529; HIRANVANICHAKORN et al., 1984, 1985 A, 1985 B; HOR, 1985)

ผลการทดสอบของแต่ละระบบนั้นจะมีความแตกต่างกัน ซึ่งสามารถแบ่งออกได้เป็น

1 ขอบเขต และธรรมชาติของข้อมูล

ข้อมูลอาจมีความแตกต่างอย่างเด่นชัด โดยตัวของรูปแบบข้อมูลเองตามแต่แหล่งที่มาของข้อมูล หรือภายใต้ขอบเขตของข้อมูลที่แต่ละระบบได้ระบุไว้

2 อุปกรณ์การรับข้อมูล

การรับสัญญาณข้อมูลของแต่ละระบบทั้งแบบออนไลน์ และออฟไลน์อัตราการถูกต้องจะเป็นผลกระทบโดยตรงตามคุณภาพของอุปกรณ์รับข้อมูล

3 ทฤษฎีในการรับรู้รูปแบบ

ทฤษฎีที่ใช้ในการแยกแยะ และรับรู้รูปแบบของระบบนั้น แต่ละทฤษฎีจะกระทบกับการประมวลผลแตกต่างกันทั้งทางด้านเวลา และความถูกต้อง ซึ่งการเลือกใช้ทฤษฎีขึ้นอยู่กับความเหมาะสมของสถานการณ์ และจุดประสงค์

4 การวิจัยอย่างต่อเนื่อง

การวิจัยอย่างต่อเนื่องเป็นส่วนสำคัญต่ออัตราการถูกต้องของระบบ ทั้งนี้การวิจัยอย่างต่อเนื่องจะเป็นการพัฒนาไปในทิศทางเพื่อให้ได้ระบบสมบูรณ์ การเริ่มพัฒนาระบบใหม่ๆ จะใช้เวลามาก และขาดความสมบูรณ์ของระบบโดยรวม

ข้อจำกัด

ระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนนี้สามารถประมวลผลภายใต้ข้อจำกัดต่อไปนี้

- 1 เป็นระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนบุคคลเดียว
ระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนอักษรไทยนี้พัฒนาขึ้น เพื่อให้เหมาะสมกับลายมือเขียนบุคคลเดียว สำหรับบุคคลที่ได้บันทึกรูปแบบลายมือเขียนไว้ในพจนานุกรมรูปแบบอ้างอิง
- 2 ลักษณะการเขียนต้องเป็นไปในทิศทางเดียว
การเขียนอักษรจะต้องเขียนไปในทิศทางเดียวกับ ทิศทางการเขียนของรูปแบบอ้างอิงที่บันทึกในพจนานุกรม
- 3 การแบ่งระดับการเขียน
บนแผ่นสัมผัสกระดาษแม่เหล็กแบ่งออกเป็น 3 ระดับตามหลักการเขียนอักษรไทย

ข้อเสนอแนะ

- 1 เพิ่มความละเอียดในการกำหนดการหักเหของทิศทาง
ระบบรับรู้รูปแบบนี้ ได้ใช้ค่ารหัสทิศทาง (0 - 7) แทนการหักเหของทิศทาง การลากเส้น ซึ่งสามารถกำหนดค่ารหัสทิศทางให้มากขึ้น เพื่อความละเอียดในการคำนวณหาความแตกต่างของทิศทาง
- 2 ปรับค่าความชันให้เหมาะสม
เพื่อเพิ่มความความแม่นยำในการตรวจสอบความแตกต่างของรูปแบบ โดยเฉพาะรูปแบบอักษรที่มีขนาดแตกต่างกัน เช่น ข และ บ ขนาดความชันที่เหมาะสมจะช่วยควบคุมการปรับทางแกนเวลา ทำให้การบิดเบือนของขนาดรูปแบบลดลง
- 3 เพิ่มระบบปรับแต่งเส้นของอักษรในรูปแบบอ้างอิง
การเขียนรูปแบบเป็นส่วนสำคัญ ซึ่งจะส่งผลโดยตรงต่อการคำนวณหาความแตกต่าง

ต่างของรูปแบบ ดังนั้นการปรับแต่งเส้น หรือค่ารหัสทิศทางของรูปแบบอ้างอิง ในขณะที่เรียนรู้รูปแบบจะเพิ่มคุณภาพของรูปแบบอ้างอิงในพจนานุกรม

4 ตารางการแยกย่อยกลุ่มของอักษรแบบยืดหยุ่น

ตารางการแยกย่อยกลุ่มของอักษรมีส่วนช่วยในการ คัดเลือกรูปแบบอักษรที่จะนำเสนอต่อในการคำนวณหาความแตกต่างของรูปแบบ ความยืดหยุ่นในตัวเองขณะเรียนรู้รูปแบบให้เพิ่มจะเป็นประโยชน์การนำเสนอกลุ่มรูปแบบ

5 เพิ่มระบบการวิเคราะห์ตัวอักษร

การวิเคราะห์อักษรไทยที่ใช้อยู่ในระบบรับรู้รูปแบบนี้เป็นเพียงบางส่วนของวิธีการวิเคราะห์ที่มีอยู่ในปัจจุบัน ซึ่งสามารถเพิ่มเติมเพื่อประสิทธิภาพในการแยกย่อยกลุ่ม

6 ใช้ระบบเชี่ยวชาญ

ผลลัพธ์ที่ได้จากระบบรับรู้ลายมือเขียนนี้ เป็นเพียงการตรวจสอบรูปแบบต่อรูปแบบอ้างอิงที่มีอยู่ในพจนานุกรม สำหรับอักษรไทยที่มีความคล้ายคลึงของอักษรมาก รวมถึงเขียนการเขียนลายมือหวัดส่งผลให้ความถูกต้องในการรับรู้รูปแบบลดลง การประยุกต์ใช้ระบบเชี่ยวชาญโดยเฉพาะการสะกดคำจะช่วยให้การตรวจสอบผลลัพธ์ ให้ได้ความแม่นยำในการรับรู้สูงขึ้น

ข้อเสนอแนะในการประยุกต์ใช้งาน

1 ใช้เชื่อมต่อกับโปรแกรมสำเร็จรูปเวอร์ตโปรเซสเซอร์

การเชื่อมต่อระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียน กับโปรแกรมสำเร็จรูปใดๆ โดยเฉพาะโปรแกรมสำเร็จรูปเวอร์ตโปรเซสเซอร์ จะอำนวยความสะดวกในการป้อนข้อมูลสำหรับผู้ใช้ที่ขาดความชำนาญในการใช้แป้นพิมพ์

2 ใช้เป็นเครื่องมือในการรับข้อมูลที่เป็นสัญลักษณ์ หรืออักษรสากล

ปัจจุบันการป้อนข้อมูลของคอมพิวเตอร์ถูกจำกัดความสามารถ ด้วยจำนวนแป้นพิมพ์ใช้ความสามารถในการรู้รูปแบบตามตาราง ASCII ที่มีอยู่ การประยุกต์ระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนจะช่วยเพิ่มประสิทธิภาพในการป้อนข้อมูลเครื่องหมาย หรืออักษรต่างๆ ที่

จัดเตรียมไว้ในตาราง ASCII นอกเหนือจากแป้นพิมพ์

แนวทางในการวิจัยต่อ

1 พัฒนาให้เป็นระบบต่างบุคคล

พัฒนาให้เป็นระบบรับรู้รูปแบบลายมือเขียนแบบต่างบุคคล เพื่อให้เหมาะสมกับการประยุกต์ใช้ในระบบธุรกิจ

2 เพิ่มขีดความสามารถในการแยกแยะลายมือเขียนต่อเนื่อง

ความสามารถในการแยกแยะลายมือเขียนต่อเนื่อง จะช่วยเพิ่มความรวดเร็วในการเขียน โดยจะลดเวลาในการรอการเขียนอักษรแบบอักษรเดียว

3 พัฒนาระบบตรวจสอบลายเซ็น

เนื่องการรับรู้รูปแบบลายมือเขียน ได้อาศัยทฤษฎีไดนามิค โปรแกรมมิ่งซึ่งมีความยืดหยุ่นในการรับรู้รูปแบบ จึงสามารถนำไปประยุกต์กับระบบรูปแบบที่ไม่สามารถวิเคราะห์ได้