

บทที่ 2

แนวคิดทฤษฎีและผลงานที่ผ่านมา

2.1 ทฤษฎีในการรู้จำ

PEPE SIY และ C.S. CHEN (1974) ได้กล่าวว่าตัวอักษรลายมือเขียนคือการเปลี่ยนแปลงหรือผิด ส่วนของตัวอักษรตัวพิมพ์ ดังนั้นในการศึกษาตัวอักษรลายมือเขียนในหลายงานวิจัยจะเริ่มจากตัวอักษรที่เป็นตัวพิมพ์ ทั้งนี้มีคุณลักษณะพื้นฐานที่จำเป็นของตัวอักษรที่นำมาใช้ในการรู้จำแบบรูปทั่วไปถูกพัฒนาและจัดกลุ่มได้เป็น 3 กลุ่ม แสดงในรูปที่ 2.1 ได้แก่

1). กลุ่มของเส้นตรง ประกอบด้วย

เส้นแนวนาบ	(Horizontal)	(H)
เส้นแนวตั้ง	(Vertical)	(V)
เส้นแนวทะแยงขวา	(Positive slope)	(P)
เส้นแนวทะแยงซ้าย	(Negative slope)	(N)

2). ส่วนของส่วนโค้ง ประกอบด้วย

ส่วนโค้งซ้าย	(C curve)	(C)
ส่วนโค้งขวา	(D curve)	(D)
ส่วนโค้งคว่ำ	(A curve)	(A)
ส่วนโค้งหงาย	(U curve)	(U)
ส่วนโค้งที่มีลักษณะการโค้งคล้ายตัวอักษร S	(S curve)	(S)
ส่วนโค้งที่มีลักษณะการโค้งคล้ายตัวอักษร S กลับข้าง	(Z curve)	(Z)

3). กลุ่มของวงกลม ประกอบด้วย

วงกลมที่มีจุดเชื่อมต่ออยู่ซ้าย	(OL)
วงกลมที่มีจุดเชื่อมต่ออยู่ขวา	(OR)
วงกลมที่มีจุดเชื่อมต่ออยู่บน	(OA)
วงกลมที่มีจุดเชื่อมต่ออยู่ล่าง	(OB)
วงกลมที่ไม่มีจุดเชื่อมต่อ	(OO)



รูปที่ 2.1 คุณลักษณะพื้นฐาน

การรู้จำแบบรูป (Pattern Recognition) ถูกจำแนกเป็น 3 แนวทางโดย Robert J. Schalkoff (1992) คือ การรู้จำแบบรูปเชิงสถิติ (Statistical pattern recognition), การรู้จำแบบรูปเชิงวากยสัมพันธ์ (Syntactic pattern recognition) และการรู้จำแบบรูปเชิงเส้นประสาท (Neural pattern recognition)

1. ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงสถิติ (Statistical pattern recognition) เป็นวิธีที่ใช้หลักการวิเคราะห์ทางคณิตศาสตร์เชิงสถิติ (Statistic basis) เป็นหลัก โดยที่ข้อมูลเข้า (Input) จะถูกแปลงให้เป็นคุณลักษณะ (Feature) เพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ และใช้กฎการตัดสินใจ (Decision Rules) ต่าง ๆ ในการจำแนก (Classification) การรู้จำ

2. ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงวากยสัมพันธ์ (Syntactic pattern recognition) เป็นวิธีที่พิจารณาโครงสร้างของข้อมูลเข้าให้อยู่ในรูปแบบของชุดของรูปลักษณะ (Extracted features) และในส่วนของกรจำแนก การรู้จำแบบรูปจะนำการวัดค่าความคล้าย (Pattern structural similarity) ของค่าเข้าโดยใช้กฎเกณฑ์ไวยากรณ์ร่วมกับการพรรณนาความสัมพันธ์ (Relational descriptions)

3. ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงเส้นประสาท (Neural pattern recognition) เป็นระบบโครงข่ายที่พยายามเลียนแบบระบบเส้นประสาทของสิ่งมีชีวิต (Biological neural systems) ซึ่งเส้นประสาท (Neurons) เหล่านี้มีฟังก์ชันในการทำงานง่าย ๆ แต่มีจำนวนมาก และเส้นประสาทต่าง ๆ ถูกเชื่อมต่อกันเป็นโครงข่ายโดยมีน้ำหนักของการเชื่อมต่อ (Weighted connection) เป็นเงื่อนไขในการตัดสินใจของระบบ

2.2 งานวิจัยทางด้านตัวอักษรลายมือเขียน

งานวิจัยที่ผ่านมาทางด้านลายมือเขียน พยายามนำเสนอและหาเทคนิคต่าง ๆ ที่นำเอามาใช้หาคุณลักษณะ อาทิเช่น การสร้างรูปแบบเข้าคู่ (Template matching (Gwo-En , Jhing-Fa Wang, 1994)) การวัดความหนาแน่นของจุดภาพ (Faouzi Bouslama, 1996) การหาโมเมนต์ (Faouzi Bouslama, 1996) คุณลักษณะของการเดินโลธิ (Characteristic loci (Suen, C.Y., 1982)) การแปลงทางคณิตศาสตร์ (Fourier, Walsh, Hadamard) และ อื่น ๆ คุณลักษณะเหล่านี้มักจะถูกนำไปใช้ร่วมกับกรรมวิธีการจำแนกทางสถิติ ขณะที่การทำโครงร่างบาง หรือคอนทัวร์ (Contours (Pipat Hiranwanichakom, 1982)) เพื่อพยายามดึงคุณลักษณะที่สำคัญอย่างเช่นวงรอบ จุดปลาย จุดต่อ ส่วนของวงกลม ส่วนโค้งนูน ส่วนโค้งเว้า การลาก

(Stroke (Gwo-En , Jhing-Fa Wang, 1994)) เป็นต้น ซึ่งโดยมากมักจะใช้การจำแนกโดยวิธีวากยสัมพันธ์ ร่วมกับคุณลักษณะโครงสร้างดังที่กล่าว จนท้ายที่สุดพยายามที่จะเรียนรู้และจำลองประสาทเทียมโดยใช้โครงข่ายเชิงเส้นประสาท การรวมวิธีต่าง ๆ ได้ถูกพัฒนากระบวนการและนำไปปรับใช้กับการรู้จำลายมือเขียนตัวเลขอารบิก จุดมุ่งหมายเพื่อนำมาใช้ช่วยในงานคัดแยกจดหมายตั้งในบทความของ Y.Le Cum และคณะ (1990) สุดท้ายเงื่อนไขในการกำหนดคุณลักษณะบังคับของข้อมูลก็ไม่จำเป็นต้องมี ดังตัวอย่างงานวิจัยของ Seong-Whan Lee.(1996) จากนั้นงานวิจัยเริ่มขยายผลการวิจัยในกลุ่มตัวอักษรภาษาอังกฤษ และเริ่มเป็นที่สนใจทำการศึกษาวิจัยงานด้านรู้จำลายมือเขียนของแต่ละประเทศที่ใช้ภาษาที่แตกต่างกันออกไป อาทิเช่นตัวอักษรเคนจิ (Kenji) ที่เสนอโดย Kenji Nakayama , Yasuhide Chigawa (1992) และตัวอักษรภาษาจีน ที่เสนอโดย Kwok-Wah Hung , Wing-Chung Chan (1993) และตัวอักษรอารบิก ที่เสนอโดย Faouzi Bouslama (1996) เป็นต้น

Seong-Whan Lee (1996) และ Sung-Bae Cho (1997). ได้นำเสนอการรู้จำแบบออฟไลน์ (Off-Line) สำหรับตัวเลขอารบิกลายมือเขียนโดยการเขียนอย่างไม่มีเงื่อนไข โดยมีกระบวนการดังนี้ ภาพตัวเลขจะถูกทำให้มีขนาดมาตรฐาน (Normalize) 16x16 จากนั้นจะผ่านกระบวนการเน้นขอบโดย Kirsch edge detection ซึ่งจะใช้ในการกรองภาพตามหน้าต่างของ Kirsch จะได้ภาพ 4 ภาพที่เกิดจากการกรองในแนวราบ การกรองในแนวตั้ง การกรองในแนวทะแยงซ้าย และการกรองในแนวทะแยงขวา ซึ่งเมื่อรวมกับภาพที่ผ่านการทำขนาดมาตรฐานแล้วจะมีด้วยกัน 5 ภาพ ภาพทั้งห้าจะถูกนำไปเข้ารหัสบีบอัดให้เหลือขนาด 4x4 หลังจากนั้นจึงนำภาพที่ได้เข้าสู่โครงข่ายเชิงเส้นประสาทเพื่อทำการจำแนก ผลลัพธ์ที่ได้สามารถรู้จำได้ร้อยละ 97

2.3 งานวิจัยทางการรู้จำตัวอักษรของภาษาไทย แบ่งได้เป็น

2.3.1 งานวิจัยทางด้านตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย

2.3.2 งานวิจัยทางด้านตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทย

2.3.1 งานวิจัยทางด้านตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย

สนทยา เมรินทร์ (2537) ได้นำเสนอการศึกษาการรู้จำแบบรูปตัวอักษรพิมพ์ภาษาไทยโดยวิธีซินแทกติก และ อนันต์ เอกวงค์วิริยะ (2537) ได้นำเสนอการศึกษาการรู้จำแบบรูปตัวเลขไทยแบบตัวพิมพ์โดยวิธีซินแทกติก โดยภาพตัวอักษรภาษาไทยจะถูกทำให้บางและนำมาเข้ารหัสภาพให้เป็นเวกเตอร์ ซึ่งเวกเตอร์เหล่านี้ถูกเชื่อมโยงด้วยไวยากรณต้นไม้ในรูปของแบบเบรียบ (Primitive) เพื่อนำไปเปรียบเทียบกับค่าระยะระหว่างต้นไม้ของตัวอักษรต้นแบบ ซึ่งได้อัตราการรู้จำเฉลี่ยร้อยละ 97

เดชา รัตนอาชา (2538) ได้นำเสนอการรู้จำแบบรูปตัวอักษรภาษาไทยโดยใช้เทคนิคแบบพีชคณิตและวิธีซินแทกติก และ กิตติพงษ์ เจนวิถีสุข (2538) ได้นำเสนอการรู้จำแบบรูปตัวอักษรไทยโดยใช้นิวรอลเน็ต

เวิร์กและวิธีชินแทกติก โดยเป็นงานวิจัยต่อเนื่องจาก สนธยา เมรินทร์ (2537) และ อนันต์ เอกวงศ์วิริยะ (2537) แตกต่างตรงกระบวนการตัดสินใจ โดย เตชา รัตนอักษร (2538) ใช้กรรมวิธีพีชคณิต ในขณะ กิตติพงษ์ เจนวิถีสุข (2538) ใช้กรรมวิธีโครงข่ายเชิงเส้นประสาท ซึ่งได้อัตราการเรียนรู้เฉลี่ยร้อยละ 99

วิชา พานิช (2539) ได้นำเสนอระบบการเรียนรู้จำแบบรูปตัวอักษรภาษาไทยโดยใช้ลักษณะแบ่งความต่าง โดยสร้างระบบการเรียนรู้จำแบบรูปเอกสารลักษณะตัวอักษรตัวพิมพ์ภาษาไทย โดยผ่านกระบวนการแบ่งอย่างทยาย โดยใช้ระดับของตัวอักษรแบ่งเป็น ระดับบน 1 กลุ่ม ระดับกลาง 7 กลุ่ม และ ระดับล่าง 1 กลุ่ม ในแต่ละกลุ่มจะถูกแยกอย่างละเอียดโดยใช้คุณลักษณะแบ่งความต่างของตัวอักษรไทย พร้อมทั้งพิจารณาส่วนปัญหาของเอกสารที่เกิดการติดกัน ซึ่งได้อัตราการเรียนรู้จำเฉลี่ยร้อยละ 97

Pipat Hiranvanichakorn, Takeshi Agui และ Masayuki Nakajima (1982) และ Pipat Hiranvanichakorn และ Monlada Boonsuwan (1993) ได้นำเสนอวิธีในการรู้จำตัวอักษรภาษาไทยโดยพิจารณาคอนทัวร์ (contours) ในกรรมวิธีที่เสนอจะผ่านกระบวนการในการกำจัดสัญญาณรบกวน แล้วจึงทำการดึงส่วนโค้งอันประกอบด้วย ส่วนโค้งลักษณะนูน และส่วนโค้งลักษณะเว้าของคอนทัวร์ ลักษณะส่วนโค้งดังกล่าวที่เกิดขึ้นจะนำมาสร้างแบบรูปที่กำหนดสำหรับข้อมูลเข้าภาพตัวอักษรแต่ละตัว ในการรู้จำค่าส่วนโค้งจะถูกคำนวณ พร้อมทั้งตรวจสอบดูความคล้ายเปรียบเทียบกับตัวอักษรต้นแบบ

วัชระ ฉัตรวิริยะ , กิตติพัทธ์ เจียรพงษ์ และ ศรีศักดิ์ จามรมาน (2530) ได้นำเสนอการแยกแยะกลุ่มตัวอักษรพิมพ์ไทยโดยการหาตำแหน่งของจุดศูนย์กลางเทียบกับขอบอ้างอิงที่กำหนด ซึ่งได้ผลสามารถจำแนกกลุ่มตัวอักษรที่เป็นตัวพิมพ์ได้ แต่ยังไม่สามารถระบุได้ว่าเป็นตัวอะไร และได้กล่าวถึงข้อจำกัดที่เกิดขึ้นว่าหากตัวอักษรเอียงมาก หรือกลับหัว จะไม่สามารถใช้วิธีดังกล่าวได้

เสรี ปานชาง, สุรสิทธิ์ วาตรี และ ชม กัมปาน (2531) ได้นำเสนอ การหารหัสเบื้องต้นของรูปร่างตัวพิมพ์อักษรภาษาไทย โดยการพิจารณาจุดศูนย์กลางของภาพตัวอักษรเพื่อใช้ในการกำหนดแบ่งภาพตัวอักษรออกเป็นสี่ส่วนย่อย 4 ส่วน พิจารณาส่วนย่อยที่เกิดขึ้นเปรียบเทียบกับแบบที่กำหนดรหัส Q-code ที่ได้เสนอ จะทำให้ได้รหัสของภาพตัวอักษร

กิตพล วงศ์สอาดสกุล และ อาสา รมนวรักษ์ (2537) ได้นำเสนอจำลองโครงข่ายเชิงเส้นประสาทแบบแคพรอบภาคชั้นบนเครื่อง MasPas ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีสถาปัตยกรรมเป็นแบบมีชุดคำสั่งเดี่ยวแต่มีข้อมูลหลายชุดต่างกัน (SIMD) ภายใต้อัลกอริทึมแบบ Parallel และบนเครื่องคอมพิวเตอร์ส่วนบุคคล (PC 386 DX-40) ซึ่งเป็นคอมพิวเตอร์ที่มีการทำงานโดยใช้หน่วยประมวลผลเพียงตัวเดียว (SISD) ภายใต้อัลกอริทึมแบบ Sequential โดยสภาพแวดล้อมเหมือนกัน ใช้โนดขาเข้า (Input nodes) 256 โนด และโนดซ่อนเร้น

(Hidden nodes) 10 โหนด และ โหนดขาออก (Output nodes) 64 โหนด ทำการฝึกสอนกับพยัญชนะและสระที่เป็นตัวพิมพ์ 106 คู่ ได้ผลว่าเวลาที่ใช้ฝึกสำหรับเครื่อง MarPer เร็วกว่า เครื่อง PC ประมาณ 279 เท่า ในการทดสอบได้อัตราการรู้จำร้อยละ 90.9

2.3.2 งานวิจัยทางด้านตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทย

ชายเกษม อมารกุล, ชม กัมปาน (2532) ได้เสนอการรู้จำอักษรคัดลายมือไทยสำหรับเครื่องไมโครคอมพิวเตอร์โดยการพิจารณาลักษณะเด่นของตัวอักษร โดยกำหนดลักษณะเขียนแบบตายตัวตามต้นแบบที่กำหนดไว้ในบริเวณกรอบรับตัวอักษรที่ได้แบ่งส่วนย่อยมีขนาด 3 คูณ 3 กรรรมวิธีในการรู้จำจะเป็นลักษณะของการเข้าคู่รูปแบบ (Template matching) ได้อัตราการรู้จำร้อยละ 100 หากแต่มีข้อจำกัดสูงมากคือต้องเขียนให้เหมือนกับต้นแบบเท่านั้น ซึ่งไม่มีความยืดหยุ่น

Surapan Airphaiboon และคณะ (1989) ได้เสนอการรู้จำตัวอักษรลายมือเขียนภาษาไทยโดยการพิจารณาหัวของตัวอักษรเฉพาะในกลุ่มตัวอักษรพยัญชนะไทย ใช้จำนวนของหัวตัวอักษรในการแบ่งกลุ่มอย่างหยาบออกเป็น 4 กลุ่ม ได้แก่กลุ่มที่ไม่มีหัว กลุ่มตัวอักษรที่มีหนึ่งหัว กลุ่มตัวอักษรที่มีสองหัว และกลุ่มตัวอักษรที่มีสามหัว ภาพตัวอักษรจะถูกผ่านกระบวนการทำบางซึ่งในกรณีนี้จะพิจารณาจุดปลายของเป็นจุดศูนย์กลางหลัก และทำการหาจุดศูนย์กลางหัว ผลลัพธ์ที่จะได้ภาพตัวอักษรบางที่มีจุดปลายและจุดศูนย์กลางหัว โดยใช้การระบุตำแหน่งหัวร่วมกับจุดปลายเพื่อแบ่งแยกย่อยตัวอักษร ได้อัตราการรู้จำเฉลี่ยร้อยละ 98

Thitipong Tanprasert , Chularat Tanprasert (1995) ได้นำเสนอการนำแบบรูปจำลองไลต์เซนซิทีฟ (Light Sensitive Model) มาใช้ในการรู้จำแบบรูปสำหรับตัวเลขไทย ซึ่งในการนี้ได้ทำการดัดแปลงแบบรูปจำลองไลต์เซนซิทีฟเดิมที่ใช้กับตัวเลขอารบิกใหม่ให้เหมาะสมกับตัวเลขไทย โดยมีหลักการว่าภาพตัวอักษรจะถูกโปรเจกชันไปในแนวแกนที่แตกต่างกันที่ได้ออกแบบไว้ ซึ่งมีอยู่ด้วยกัน 20 แกนรับค่า เมื่อนำค่าทั้ง 20 ค่ามาจัดเรียงกันจะสามารถบ่งแสดงแบบรูปของตัวอักษรต่าง ๆ ในกระบวนการจำแนกได้นำเอาโครงข่ายเชิงเส้นประสาทมาใช้

Olivier de Vel , Sujint Wangsuya และ Danny Coomans (1995) ได้นำเสนอการรู้จำแบบรูปตัวอักษรไทยซึ่งในงานวิจัยกระทำเฉพาะในกลุ่มตัวอักษรพยัญชนะไทย 42 ตัว ไม่รวม ช และ ศ โดยแบ่งออกเป็นสองขั้นตอน ขั้นตอนแรกทำการแบ่งกลุ่มอย่างหยาบโดยใช้แบบรูปจำลองไลต์เซนซิทีฟ (Light Sensitive Model) และขั้นตอนที่สองทำการแบ่งอย่างละเอียดในกลุ่มที่ได้จากการแบ่งอย่างหยาบโดยใช้กรรรมวิธีโครงข่ายเชิงเส้นประสาทชนิดป้อนกลับ

ควรรชิต ไมตรี และชัยณรงค์ คล้ายมณี (2532) ได้นำเสนอการวิเคราะห์เพื่อจัดกลุ่มตัวอักษรลายมือเขียน ด้วยวิธี Elastic matching โดยวิธีนี้จะนำเอาอักษรที่รับเข้ามาเปรียบเทียบกับตัวอักษรต้นแบบ (Prototype) เพื่อหาความแตกต่างแบบยืดหยุ่น โดยใช้ค่าเฉลี่ยเฉพาะระหว่างกลุ่มของตัวอักษร เป็นจุดกำเนิดฐานออร์โทโนมัล

สุเจตน์ จันทร์รังษ์ และคณะ (2536) ได้เสนอการรู้จำอักษรลายมือเขียนภาษาไทยชนิดออนไลน์ (Online) โดยทำการวิเคราะห์ตัวอักษรจากคุณลักษณะแบ่งความต่างอันได้แก่ ค่ามุมที่เกิดจากตำแหน่งเริ่มต้นวางปากกาในการเขียนกระทำกับตำแหน่งสิ้นสุดเมื่อยกปากกา ระดับหัวของตัวอักษร ลักษณะของหัวอักษรมีการเขียนในลักษณะทวนเข็ม หรือตามเข็มนาฬิกา การแบ่งพื้นที่ย่อยเพื่อตรวจดูบริเวณที่ตกหรือไม่ตกของภาพตัวอักษร ใช้เวลาในการประมวลผล 1 ถึง 2 วินาทีต่อตัวอักษร ได้อัตราการรู้จำร้อยละ 98

2.4 ข้อเสียของระบบการรู้จำแบบรูปแต่ละแนวทาง

1. การใช้ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงสถิติ ต้องมีเครื่องมือในการหาคุณลักษณะได้เพียงพอที่ใช้ในการตัดสินใจ แต่คุณลักษณะที่หาได้บางครั้งไม่ใช่คุณลักษณะที่แท้จริงหากแต่อาจจะเป็นตัวแทนของกลุ่ม
2. การใช้ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงวากยสัมพันธ์ จะมีความซับซ้อนในการผูกรูปแบบโครงสร้าง (Grammar) เพื่อใช้เป็นตัวแทนตัวอักษรแต่ละตัว
3. การใช้ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงเส้นประสาท จะต้องเสียเวลาในการเรียนรู้ (Training) กลุ่มตัวอย่าง หากตัวอย่างบางตัวในกลุ่มซึ่งมีลักษณะแตกต่างออกไปมากอาจทำให้ตัวแทนกลุ่มเปลี่ยนค่าจากที่ควรเป็นไปมาก

ในกระบวนการรู้จำแบบรูป (Pattern recognition) คุณลักษณะสำคัญ (Primitive feature) เป็นสิ่งที่สำคัญมากเนื่องจากในกระบวนการตัดสินใจหากคุณลักษณะสำคัญที่มีอยู่ไม่เพียงพอจะทำให้ตัดสินใจผิดหรือไม่ตัดสินใจได้ ซึ่งหากสังเกตดูแล้วจะเห็นได้ว่า ทั้งระบบการรู้จำแบบรูปเชิงสถิติ ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงวากยสัมพันธ์ ระบบการรู้จำแบบรูปเชิงเส้นประสาท ต่างพยายามที่จะดึงเอาคุณลักษณะสำคัญมาใช้ในการจำแนกความแตกต่างของตัวอักษรออกจากกลุ่มเช่นกัน จากวิทยานิพนธ์ของ วิชา พานิช (2537) ได้กล่าวถึงคุณลักษณะแบ่งความต่างที่ใช้ในกระบวนการรู้จำตัวอักษรชนิดตัวพิมพ์ ซึ่งได้อ้างอิงงานวิจัยของ Brasington,R. (1994) และ Luksaneeyanawin,Sudapom. (1993):

Brasington,R. (1994) ซึ่งมีใจความตอนหนึ่งที่น่าสนใจได้กล่าวไว้ว่า "ลักษณะแบ่งความต่างมีบทบาทสำคัญคือเป็นเครื่องมือในการแยกสมาชิกของระบบใดระบบหนึ่งออกจากกัน แนวคิดนี้สามารถใช้ได้กับระบบใด ๆ ไม่ว่าจะเป็นสรรพสิ่งต่าง ๆ เช่นแยกหน่วยเสียงหนึ่งออกจากระบบหน่วยเสียง"

Luksaneeyanawin, Sudaporn. (1993) เป็นงานวิจัยทางด้านทฤษฎีปฏิบัติลักษณะซึ่งเสนอการใช้ลักษณะบ่งความต่าง เสนอหลักการใช้ลักษณะบ่งความต่างของภาษาไทย (Thai Distinctive Feature) ในการแบ่งแยกอักษรไทยออกจากกัน โดยมีลักษณะเป็นลำดับชั้นโดยลักษณะบ่งความต่างของภาษาไทย ลักษณะบ่งความต่างในการแยกของพยัญชนะมี 12 ลักษณะ ลักษณะบ่งความต่างในการแยกสระมี 10 ลักษณะ และลักษณะบ่งความต่างในการแยกวรรณยุกต์มี 3 ลักษณะ

สำหรับลักษณะบ่งความต่างในแยกพยัญชนะได้แก่ Box, Top Connect, Loop, Medial Loop, Right End, Top End, Body Loop, Clockwise Head, Neck, Tail ตัวอย่าง ส จะมี Box, Top Connect, Loop, Right End, และไม่มี Medial Loop, Body Loop ส่วนลักษณะอื่น ๆ ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบ ในขณะที จ จะมี Top Connect, Loop, Medial Loop, และไม่มี Box, Right End ส่วนลักษณะอื่น ๆ ไม่จำเป็นต้องตรวจสอบ ซึ่งจะเห็นได้ว่าตัวอักษรจะถูกพิจารณาคุณลักษณะเฉพาะที่สำคัญออกมา สุดท้ายสามารถนำคุณลักษณะต่าง ๆ ที่แตกต่างกันมาใช้กำหนดตัวอักษรนั้น ๆ

ในขณะที่ วิธา พานิช (2537) ได้นำเสนอคุณลักษณะบ่งความต่างที่นำไปใช้ในงานวิทยานิพนธ์กับตัวอักษรลักษณะตัวพิมพ์ ได้แก่ การพิจารณาจำนวนยอดของภูเขา การพิจารณาลงคา การพิจารณาพื้นเรียบ การพิจารณาความกว้างของยอดเป็นต้น โดยการพิจารณาทั้งหมดจะอยู่บนพื้นฐานของการโปรเจกชันข้อมูลไปยังแนวแกนที่กำหนด และทำการวัดค่าที่ได้เปรียบเทียบกับค่าการรอบกำหนด (Threshold value) ที่ได้กำหนดไว้แน่นอน ในการจำแนกพฤติกรรมของคุณลักษณะของตัวอักษรซึ่งบ่งถึงความแตกต่างกัน ปรากฏว่ากรรมวิธีต่าง ๆ ที่ได้เสนอนั้นไม่เหมาะสมกับลักษณะตัวอักษรที่เป็นลายมือ เนื่องจากรูปแบบในการเขียนที่มีความแตกต่างกันมากในลายมือเขียนนั้นไม่สามารถตั้งค่าการรอบกำหนดที่แน่นอนมาใช้ในการตัดสินใจได้ ดังนั้นจึงต้องใช้คุณลักษณะอื่นมาใช้เป็นตัวกำหนดคุณลักษณะบ่งความต่างแทน และต้องสามารถยืดหยุ่นได้ต่อการเปลี่ยนแปลงที่เกิดขึ้นกับตัวอักษรลายมือเขียน

2.5 แนวคิดและทฤษฎีในการรู้จำ

แนวความคิดวิทยานิพนธ์ฉบับนี้เน้นใช้กับตัวอักษรพยัญชนะภาษาไทยลายมือเขียนที่มีรูปแบบมาตรฐาน เฉพาะพยัญชนะไทย (ก ถึง ฮ 44 ตัวอักษร) ซึ่งมีลักษณะเด่นทางภาษาคือ "การมีหัว" "มีหาง" "มีการเล่นหยัก" หรือที่เรียกกันว่าหัวแตก ตัวอย่าง ด และ ต ต่างกันที่หยักตรงหัวหรือกล่าวได้ว่า ตัวอักษร ด เด็ก หัวไม่แตก ในขณะที่ตัว ต เท่านั้นหัวแตกเป็นต้น ไม่เพียงเท่านั้นหากจะยังมี "ความต่างกันของระดับของหัวตัวอักษร" "หัวเข้าหรือหัวออก" อย่างเช่น ถ และ ภ เป็นต้น

โดยอาศัยคุณลักษณะแบ่งความต่างทางด้านภาษา จึงได้แนวคิดเกี่ยวกับการนำองค์ความรู้ทางภาษาศาสตร์ที่แสดงถึงคุณลักษณะแบ่งความต่างมาวิเคราะห์เบื้องต้นในการจำแนกกลุ่มปัญหาในการรู้จำแบบรูปตัวอักษรพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัว ตามที่จะกล่าวต่อไปหัวข้อ 2.6

2.6 คุณลักษณะแบ่งความต่างที่นำมาช่วยในการแบ่งกลุ่มได้แก่

- 2.6.1 จำนวนเกาะของตัวอักษร
- 2.6.2 จำนวนหัวของตัวอักษร
- 2.6.3 ระดับของหัวตัวอักษร
- 2.6.4 การเข้าหรือออกของหัวตัวอักษร

จากองค์ความรู้ทางด้านภาษาศาสตร์ที่ได้เสนอโดยนำเอาคุณลักษณะแบ่งความต่างนำมาช่วยในการแบ่งกลุ่มโดยการพิจารณาอย่างมีลำดับชั้น (Hierarchical) ตามคุณลักษณะแบ่งความต่างอันได้แก่ จำนวนเกาะ จำนวนหัว ระดับของหัว ประเภทการเข้าหรือออกของหัว ตามลำดับ โดยแสดงสมาชิกในแต่ละกลุ่มไว้ในตารางที่ 2.1 2.2 2.3 และ 2.4

2.6.1 พิจารณาจำแนกด้วยจำนวนเกาะของตัวอักษร

นิยาม เกาะคือภาพตัวอักษรที่อยู่อย่างโดดเดี่ยว ซึ่งในกลุ่มของตัวอักษรพยัญชนะไทยสามารถแบ่งได้เป็น 2 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2.1

ตารางที่ 2.1 การจำแนกกลุ่มตัวอักษร โดยจำนวนเกาะของตัวอักษร

จำนวนเกาะของตัวอักษร	ตัวอักษรในกลุ่ม	จำนวน(ตัวอักษร)
1 เกาะ	ตัวอักษรพยัญชนะทุกตัว ยกเว้น ญ และ ฐ	42
2 เกาะ	ญ, ฐ	2
	รวมทั้งสิ้น	44

2.6.2 พิจารณาจำแนกจากจำนวนหัวของตัวอักษร

นิยาม หัวของตัวอักษรคือวงรอบปิดของทางเดินที่สืบค้นในโครงร่างภาพตัวอักษร ซึ่งในกลุ่มของตัวอักษรพยัญชนะไทยสามารถแบ่งได้เป็น 4 กลุ่ม ดังแสดงในตารางที่ 2.2 ในงานวิจัยของ Suraphun Airphai boon และคณะ (1989) ได้ใช้การพิจารณาหัวของตัวอักษรในตารางที่ 2.2 ในการแบ่งกลุ่มตัวอักษรอย่างหยาบเบื้องต้น

ตารางที่ 2.2 การจำแนกกลุ่มตัวอักษร โดยจำนวนหัวของตัวอักษร

จำนวนหัวตัวอักษร	ตัวอักษรในกลุ่ม	จำนวน(ตัวอักษร)
ไม่มีหัว	ก, ฮ	2
1 หัว	ข,ช,ค,ด,ง,จ,ช,ช,ด,ต,ถ,ท,บ,ป,ฝ,ฝ,พ,ภ,ย, ร,ล,ว,ศ,ส,อ	27
2 หัว	ฃ,ฅ,ฆ,ญ,ฎ,ฏ,ฌ,ณ,น,ม,ษ,ห,ฬ,ฮ	14
3 หัว	ฐ	1
	รวมทั้งสิ้น	44

2.6.3 พิจารณาจำแนกด้วยระดับของหัวตัวอักษร

ในการพิจารณาระดับของหัวตัวอักษรจะใช้ตำแหน่งจุดศูนย์กลางของหัวตัวอักษรเป็นเครื่องชี้วัดระดับ จากตัวอักษรเมื่อหาขอบเขตภาพตัวอักษรโดยการพิจารณาแบ่งความสูงของภาพออกเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน จะได้บริเวณที่เป็นเครื่องชี้วัดระดับของหัวตัวอักษรอันได้แก่ ระดับบน ระดับกลาง และระดับล่าง แสดงในรูปแบบที่ 2.2



รูปที่ 2.2 การกำหนดบริเวณระดับของหัวตัวอักษร

กรณีตัวอักษรมีจำนวนหัวมากกว่าหนึ่ง จำเป็นต้องให้ลำดับความสำคัญของหัวตัวอักษร โดยการกำหนดลำดับความสำคัญต้องคำนึงถึงระดับของหัวตัวอักษร และอันดับของหัวตัวอักษรดังนี้

- ระดับมีความสำคัญมากที่สุดโดยกำหนดให้ ระดับบน กลาง และล่าง มีความสำคัญจากมากไปหาน้อย ตามลำดับ
- อันดับมีความสำคัญรองจากระดับที่พิจารณาอยู่ในระดับเดียวกัน โดยหัวของตัวอักษรที่อยู่ใกล้ขอบด้านซ้ายมากกว่าจะมีอันดับสูงกว่าหัวที่อยู่ห่างจากขอบด้านซ้าย

เมื่อพิจารณาระดับและอันดับนำมาประกอบกันเพื่อกำหนดลำดับความสำคัญของหัวตัวอักษร ตัวอย่าง เช่น ตัวอักษรที่มีสองหัว อาทิเช่น ห มีหัวที่หนึ่งอยู่ระดับบน และหัวที่สองอยู่ระดับบน ในขณะที่ตัวอักษร น มี

หัวที่หนึ่งอยู่ระดับบน และหัวที่สองอยู่ระดับล่างเป็นต้น ส่วนตัวอักษรที่ไม่มีหัวจะไม่ถูกพิจารณาเรื่องระดับของหัวตัวอักษร

สามารถกำหนดชนิดระดับของหัวที่เกิดขึ้นได้ดังนี้

- ระดับของหัวตัวอักษรที่มีหนึ่งหัวมีอยู่ 3 ชนิดได้แก่ ระดับบน ระดับกลาง และระดับล่าง
- ระดับของหัวตัวอักษรที่มีสองหัวมีอยู่ 5 ชนิด โดยพิจารณาลำดับความสำคัญจากหัวที่หนึ่งและสองตามลำดับดังนี้ (หัวที่หนึ่ง, หัวที่สอง) ได้แก่ ระดับบน,บน ระดับบน,กลาง ระดับบน,ล่าง ระดับกลาง,ล่าง และระดับล่าง,ล่าง

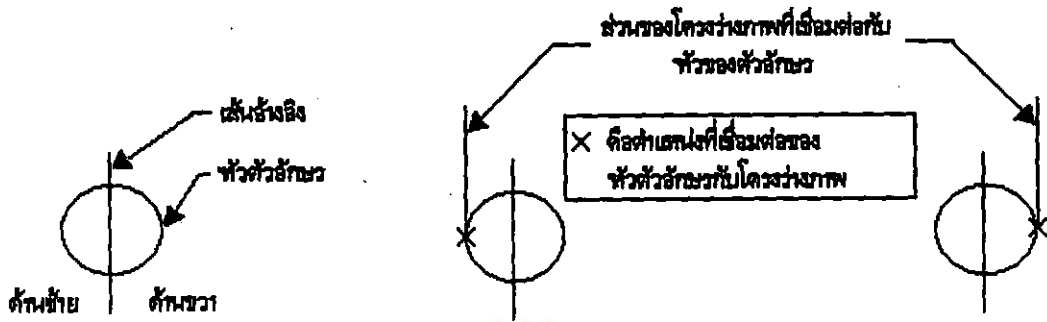
ตารางที่ 2.3 การจำแนกกลุ่มตัวอักษร โดยระดับของหัวตัวอักษร

จำนวนหัว	ตำแหน่งหัวที่ 1	ตำแหน่งหัวที่ 2	ตัวอักษรในกลุ่ม	จำนวน
1	บน	-	ช,ชง,ช,ท,บ,ผ,พ,ย	9
	กลาง	-	ค,คจ,ต,ต,ศ,อ,ช,ช,ป,ฝ,ฟ	12
	ล่าง	-	ถ,ภ,ร,ล,ว,ส	6
2	บน	บน	ท	1
	บน	กลาง	ช,ฟ,ย	3
	บน	ล่าง	ณ,น,ม	3
	กลาง	ล่าง	ฉ,ญ,ฎ,ฏ,ณ	5
	ล่าง	ล่าง	ณ,ณ	2

จากตารางที่ 2.3 จะเห็นว่าตัวอักษร ท ในกลุ่มตัวอักษรที่มีจำนวนหัวเท่ากับ 2 เมื่อพิจารณาระดับของหัวตัวอักษรสามารถที่จะแยกตัวอักษร ท ออกมาได้ ดังนั้นตัวอักษร ท จึงไม่จำเป็นต้องนำไปพิจารณาลักษณะบ่งความต่างชนิดอื่นต่อไป

2.6.4 พิจารณาจำแนกด้วยการเข้าหรือออกของหัวตัวอักษร

การเข้าหรือออกของหัวตัวอักษร เป็นการพิจารณาโครงร่างของตัวอักษรกับหัวของตัวอักษรว่ามีการต่อเชื่อมของหัวตัวอักษรทางด้านใดของหัวตัวอักษรอันได้แก่ ด้านซ้ายหรือด้านขวา โดยเทียบกับเส้นอ้างอิง แสดงในรูปที่ 2.3



รูปที่ 2.3 การกำหนดการต่อเชื่อมทางด้านซ้ายหรือขวาของหัวตัวอักษร

ในตารางที่ 2.4 ได้จำแนกตัวอักษรโดยการต่อเชื่อมของหัวตัวอักษร ตามจำนวนหัวและระดับของหัวตัวอักษร ภายหลังจากการพิจารณาระดับของหัวตัวอักษรที่ได้กำหนดไว้ในหัวข้อที่ 2.6.3

ตารางที่ 2.4 การจำแนกกลุ่มตัวอักษร โดยการต่อเชื่อมของหัวตัวอักษร

จำนวนหัว	ระดับ	ตำแหน่งหัว		ตัวอักษรในกลุ่ม	จำนวน
		หัวที่ 1	หัวที่ 2		
1	บน	ซ้าย	-	ช, ซ, ผ, ย	4
		ขวา	-	ข, ง, ท, บ, พ	5
	กลาง	ซ้าย	-	ค, ศ, อ, ซ, ฝ, ศ	6
		ขวา	-	จ, ด, ต, ข, ป, ฟ	6
	ล่าง	ซ้าย	-	ถ, ล, ส	3
		ขวา	-	ภ, ร, ว	3
2	บน,กลาง	ขวา	ซ้าย	ฮ	1
		ขวา	ขวา	ษ, ฬ	2
	บน,ล่าง	ซ้าย	ขวา	ฃ	1
		ขวา	ซ้าย	ฅ	1
		ขวา	ขวา	ฆ	1
	กลาง,ล่าง	ซ้าย	ขวา	ญ	1
		ขวา	ซ้าย	ฉ	1
		ขวา	ขวา	ฉ, ฉ, ฌ	3
	ล่าง,ล่าง	ซ้าย	ซ้าย	ณ	1
		ซ้าย	ขวา	ณ	1

จากตาราง 2.1 ถึง 2.4 แสดงแนวความคิดที่ได้นำเสนอในวิทยานิพนธ์ ซึ่งต่างจากงานวิจัย (Suraphun Airphaboon และคณะ, 1989; สุเจตน์ จันทรัมย์ และคณะ, 2536) ที่ได้เสนอมาก่อนอันได้แก่การพิจารณาจำนวนเกาะ การพิจารณาระดับของหัวตัวอักษร และการพิจารณาการเข้าหรือออกหัวตัวอักษรดังนี้

งานวิจัยของ Suraphun Airphaboon และคณะ (1989) กล่าวถึงการแบ่งกลุ่มด้วยจำนวนหัวโดยใช้จำนวนหัวเป็นตัวกำหนดเริ่มแรกในการแบ่งกลุ่ม ถัดจากนั้นจึงพิจารณาระดับของตัวอักษรโดยแบ่งเป็น กลุ่มตัวอักษรที่มีหนึ่งหัวซึ่งการพิจารณาจะแบ่งบริเวณเป็นสามส่วนเท่า ๆ กัน จากนั้นไปสร้าง เช่นเดียวกันกับที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ในขณะที่กลุ่มตัวอักษรที่มีสองหัวจะทำการแบ่งบริเวณการพิจารณาเป็นสี่ส่วนในการพิจารณาระดับของหัว ซึ่งแตกต่างจากที่เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ โดยการพิจารณาตัวอักษรพยัญชนะไทยจะเห็นได้ว่ามีตัวอักษรที่มีสองหัวและมีหัวอยู่ระดับกลางได้แก่ ฉ และ ฒ เป็นต้น ดังนั้นจึงเห็นควรที่จะกำหนดบริเวณในกรณีของตัวอักษรที่มีสองหัวเช่นเดียวกันกับตัวอักษรที่มีหนึ่งหัวตามที่ได้เสนอ และอีกอย่างหนึ่งที่แตกต่างกันอย่างเห็นได้ชัดได้แก่การพิจารณาหัวเข้าหรือออกในของงานวิจัยของ Suraphun Airphaboon และคณะ ใช้เพียงหัวตัวอักษรที่หนึ่งในการพิจารณาการเข้าหรือออกของหัวตัวอักษรเท่านั้น ในขณะที่วิทยานิพนธ์ฉบับนี้จะพิจารณาหัวของตัวอักษรทั้งสอง ซึ่งจากแนวคิดที่ได้แสดงการจำแนกโดยการพิจารณาคุณลักษณะแบ่งความต่างอย่างมีลำดับชั้นที่ได้แสดงในตารางที่ 2.1 ถึง 2.1 จะเห็นได้ว่าสามารถแบ่งกลุ่มย่อยของกรณีตัวอักษรที่มีสองหัวได้เป็นอย่างดี

สุเจตน์ จันทรัมย์ และคณะ (2536) เสนอทำการรู้จำลายมือเขียนชนิดออนไลน์ (On-line) โดยการแบ่งกลุ่มเบื้องต้นอย่างแรกทำโดยการพิจารณามุมที่เกิดขึ้นจากจุดเริ่มต้นและจุดสิ้นสุดในการเขียนตัวอักษร ทำให้ตัวอักษรที่มีจำนวนเกาะต่างกันและจำนวนหัวต่างกันอยู่ในกลุ่มเดียวกัน และถัดจากการพิจารณามุมจะนำตัวอักษรมาพิจารณาระดับและการพิจารณาการเข้าหรือออกของหัวตัวอักษรเพียงหัวตัวอักษรที่หนึ่งเท่านั้น ซึ่งแตกต่างจากที่ได้เสนอในวิทยานิพนธ์ฉบับนี้ ดังที่ได้กล่าวมาแล้ว

จากแนวคิดที่เสนอโดยนำเอาคุณลักษณะแบ่งความต่างที่กล่าวมาทั้งหมดมาพิจารณาอย่างมีลำดับชั้นแสดงให้เห็นว่ามีประโยชน์ในการพิจารณาแบ่งกลุ่มตัวอักษรพยัญชนะไทยทั้ง 44 ตัวอักษร จากการใช้คุณลักษณะแบ่งความต่างดังกล่าวจะเห็นได้ว่าตัวอักษรชนิดที่มีสองหัวจะถูกแบ่งแยกย่อยได้เป็นอย่างดี ขณะเดียวกันในกลุ่มตัวอักษรที่มีหนึ่งหัวก็จะถูกแตกเป็นกลุ่มย่อยซึ่งเหลือสมาชิกภายในกลุ่มลดลง ดังนั้นจากแนวคิดนี้ จะเห็นได้ว่าเป็นเครื่องมือที่ดีเครื่องมือหนึ่ง หากแต่ว่าการพิจารณาเพียงคุณลักษณะเท่าที่กล่าวมาข้างต้นยังไม่เพียงพอที่จะแยกกลุ่มตัวอักษรทั้งหมดออกจากกันได้ ดังนั้นจึงจำเป็นต้องมีเครื่องมืออื่นที่จะมาช่วยในการพิจารณาเพิ่มเติม

