

บทที่ 5

วิธีการทดลองและผลการทดลองการสะกดนิ้วมือ

ในบทนี้จะกล่าวถึงวิธีการทดลองและผลการทดลอง โดยใช้ข้อมูลจากการสะกดนิ้วมือภาษาไทย

5.1. ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง

ข้อมูลที่ใช้ในการทดลอง ถูกเก็บจากการถ่ายวีดิทัศน์ของคน 21 คน โดย 10 คนแรกจะทำการเก็บข้อมูล 2 ส่วนคือนำไปเก็บเป็นฐานข้อมูลเพื่อใช้ในการเปรียบเทียบ (signature library) และทดสอบ ส่วนอีก 11 คนจะเก็บไว้สำหรับทดสอบเท่านั้น ในการถ่ายวีดิทัศน์ผู้ทดลองจะต้องสวมเสื้อแขนยาวสีดำและมีพื้นหลังสีทึบ โดยตัวอักษรที่ใช้ในการทดลองมีทั้งหมด 19 ตัวอักษรได้แก่ ก ค ต น บ พ ฟ ม ย ร ล ว ส ห อ อี โอ ไอ และไ

ในส่วนของฐานข้อมูลที่ใช้เปรียบเทียบทั้ง 10 คนจะถูกเก็บวีดิทัศน์โดยทำทำทั้ง 19 ตัวอักษร อักษรละ 10 ครั้ง แล้วตัดเฟรมวีดิทัศน์อักษรละ 10 รูปโดยในแต่ละรูปจะทำการตัดเฉพาะบริเวณมือออกมา โดยรูปที่ใช้เก็บเป็นฐานข้อมูลจะมีขนาดเท่ากันคือ 190x190 พิกเซล ตัวอย่างแสดงไว้ดังรูปที่ 5.1 และจำนวนของคีย์พอยต์ดิสคริปเตอร์ที่ได้แสดงไว้ดังตารางที่ 5.2

ในส่วนของการทดสอบแบ่งเป็น 2 กลุ่ม กลุ่มแรกเป็น 10 คนที่ถูกเก็บไว้ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ โดยที่วีดิทัศน์ที่จะใช้ในการทดสอบนี้เป็นคนละชุดกับวีดิทัศน์กับที่อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบและกลุ่มที่สองเป็น 11 คนที่ใช้สำหรับทดสอบเท่านั้น ทั้งสองกลุ่มจะทำทำวีดิทัศน์ของ 19 ตัวอักษรอักษรละ 10 ครั้ง

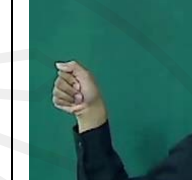
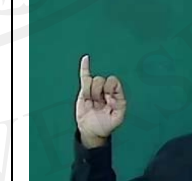
ตารางที่ 5.1 ตัวอย่างรูป 19 ตัวอักษรที่อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ

ตัวอักษร ที่ใช้ใน การทดลอง	รูปตัวอย่าง			
ก				
ค				
ต				
น				
บ				
พ				
ฟ				

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวอักษร ที่ใช้ใน การทดลอง	รูปตัวอย่าง			
ม				
ย				
ร				
ด				
ว				
ส				
ห				

ตารางที่ 5.1 (ต่อ)

ตัวอักษร ที่ใช้ใน การทดลอง	รูปตัวอย่าง			
อ				
า				
โ				
ู				
ุ				

ตารางที่ 5.2 จำนวนของคีย์พอยต์ดิสคริปเตอร์ของตัวอักษรทั้ง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร	ก	ด	ต	น	บ	พ	ฟ	ม	ย	ร
จำนวน คีย์พอยต์ ดิสคริปเตอร์ (keypoints)	5132	6187	4814	4742	5155	3981	5120	4495	4854	4908
ตัวอักษร	ล	ว	ส	ห	อ	ี	โอ	ไ	ใ	รวม
จำนวน คีย์พอยต์ ดิสคริปเตอร์ (keypoints)	5255	5571	4884	4171	4556	4799	4744	4976	4931	93275

5.2. วิธีการทดลอง

ในบทนี้จะแบ่งวิธีการทดลองออกเป็น 5 วิธีดังต่อไปนี้

5.2.1. การรู้จำท่าทางมือโดยใช้ชิฟต์

ใช้วิธีการทดลองเหมือนหัวข้อ 4.2.1

5.2.2. การรู้จำท่าทางมือโดยใช้ชิฟต์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ สัญลักษณ์(Hard C-Means[17])

ใช้วิธีการทดลองเหมือนหัวข้อ 4.2.2

5.2.3. การรู้จำท่าทางมือโดยใช้ชิฟต์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ สัญลักษณ์(FCM)

ใช้วิธีการทดลองเหมือนหัวข้อ 4.2.2 แต่เปลี่ยนวิธีการจัดกลุ่มจาก HCM เป็น FCM

5.2.4. การรู้จำท่าทางมือโดยใช้ชิฟต์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์(HCM)

เริ่มจากการหา คีย์พอยต์ดิสคริปเตอร์ (keypoint descriptor) ของรูปทดสอบด้วยการใช้ชิฟต์ แล้วเปรียบเทียบกับแต่ละจุดศูนย์กลางที่ได้จากการจัดกลุ่มโดยวิธี HCM คีย์พอยต์ทั้งหมดจากฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ (keypoints from all frames in signature library) โดยขั้นตอนเปรียบเทียบสามารถอธิบายเป็นขั้นตอนได้ดังต่อไปนี้

- 1) หาค่าจุดศูนย์กลางของคีย์พอยต์ในแต่ละสัญลักษณ์ ด้วยการ ใช้ HCM
- 2) รูปทดสอบจะใกล้เคียงกับสัญลักษณ์ใดหาได้จากสมการที่ (5.1) (5.2) และ (5.3)

$$gv_class_j = \arg \min_{i=1}^n \left(\min_class_j^i \right) \quad (5.1)$$

เมื่อ $\min_class_j^i$ เป็นค่าที่น้อยที่สุดจากการหาผลต่างแบบยุคลิดระหว่าง คีย์พอยต์ทดสอบที่ j กับ ทุกๆ จุดศูนย์กลางในสัญลักษณ์ที่ i

n เป็นจำนวนของสัญลักษณ์ทั้งหมด

j เป็นค่าตำแหน่งของคีย์พอยต์ทดสอบ มีค่าตั้งแต่ 1 ไปจนถึง m โดยกำหนดให้ m เป็นจำนวนของคีย์พอยต์ทั้งหมดของรูปทดสอบ

$$ave_gv_class_i = \frac{\text{No. of } gv_class \text{ in class } i}{\text{No. of prototypes class } i} \quad (5.2)$$

$$match_class = \arg \max_{i=1}^n \left(ave_gv_class_i \right) \quad (5.3)$$

5.2.5. การรู้จำท่าทางมือโดยใช้ซอฟต์แวร์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์(FCM)

ใช้วิธีการทดลองเหมือนหัวข้อ 5.2.4 แต่เปลี่ยนวิธีการจัดกลุ่มจาก HCM เป็น FCM

5.3. ผลการทดลอง

5.3.1. ผลการทดลองที่ 5.1

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 10 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเก็บรูปไว้ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ ทำการทดลองด้วยวิธีซิปต์ ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.3 สรุปผลการทดลองที่ 5.1 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

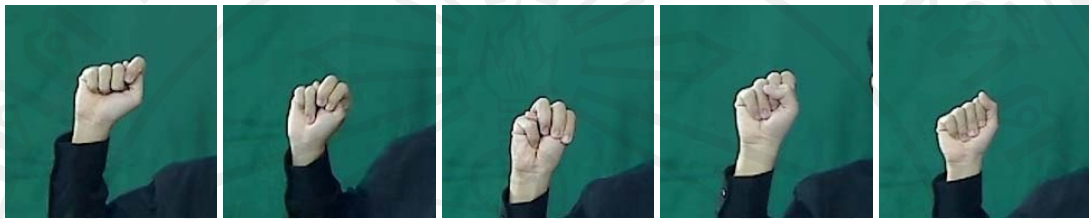
ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง			
	ค่าระดับขีดแบ่ง					ค่าระดับขีดแบ่ง			
	0.65	0.7	0.75	0.8		0.65	0.7	0.75	0.8
1	66.84	66.32	64.21	58.42	7	62.63	59.47	57.37	53.16
2	63.16	62.11	61.05	58.95	8	57.89	54.21	51.58	48.42
3	60.00	57.89	54.74	52.63	9	53.16	49.47	46.84	41.05
4	57.37	55.26	50.00	45.79	10	57.37	55.79	54.21	47.89
5	62.11	62.11	59.47	53.16	ร้อยละ	61.74	59.79	56.79	51.63
6	76.84	75.26	68.42	56.84	ความถูกต้องเฉลี่ย				

ตารางที่ 5.4 สรุปผลการทดลองที่ 5.1 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง			
	ค่าระดับขีดแบ่ง					ค่าระดับขีดแบ่ง			
	0.65	0.7	0.75	0.8		0.65	0.7	0.75	0.8
ก	85	85	86	86	ล	86	86	88	88
ด	97	96	97	98	ว	90	91	91	92
ต	42	44	33	23	ส	67	66	62	55
น	32	27	22	16	ห	100	100	100	100
บ	89	89	90	88	อ	30	31	28	18
พ	7	4	1	0	อี	27	16	11	2
ฟ	82	83	86	94	โอ	64	64	63	59
ม	39	36	29	14	ไอ	27	18	18	13
ย	86	89	85	81	ไอ	61	58	49	26
ร	62	53	40	28	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	61.74	59.79	56.79	51.63

จากตารางที่ 5.4 เปรียบเทียบผลทั้ง 19 ตัวอักษรพบว่าตัวอักษร ต น ม และ อ ให้ผลความถูกต้องที่ต่ำนั่นคือร้อยละ 42 32 39 และ 30 ที่ค่าระดับขีดแบ่งเท่ากับ 0.65 ตามลำดับ ผลการทดลองพบว่า ตัวอักษร ต น ม และ อ มีความผิดพลาดโดยมากเหมือนกับตัวอักษร ส เนื่องจากลักษณะท่ามือของตัวอักษร ต น ม อ และ ส ท่ามือ มีลักษณะที่ใกล้เคียงกันโดยจะแตกต่างกันเฉพาะตำแหน่งของนิ้วหัวแม่มือ ดังรูปที่ 5.1 และ รูปที่ 5.2 ทำให้คีย์พอยต์ที่ได้จากชิฟต์มีหลายจุดที่เหมือนกัน เมื่อทำการเปรียบเทียบกับรูปในฐานข้อมูล จำนวนของจุดในแต่ละกลุ่มตัวอักษร ที่ชิฟต์บ่งบอกว่าเหมือนกับในรูปทดสอบมีจำนวนจุดที่ไม่ต่างกัน และเมื่อพิจารณาจำนวนของคีย์พอยต์ของรูปท่าสะกดตัวอักษร ต น ม อ จะมีน้อยกว่า ส โดยมีจำนวนลักษณะเฉพาะเท่ากับ 4,814 4,742 4,495 4,556 และ 4,884 สำหรับตัวอักษร ต น ม อ และ ส ตามลำดับ ทำให้ชิฟต์มีโอกาสบ่งบอกความเหมือนไปที่ ส มากที่สุด เพราะบริเวณที่แตกต่างของตัวอักษร ต น ม อ และ ส นั้นมีคีย์พอยต์น้อยมาก ทำให้โอกาสที่รูปทดสอบในแต่ละตัวอักษรจะบ่งบอกความเหมือนเฉพาะตัวอักษรเดียวกันนั้นน้อยไปด้วย และ โอกาสที่จุดในรูปทดสอบจะบ่งบอกความเหมือนผิด ก็มีโอกาสมากเช่นกัน ดังรูปที่ 5.3

นอกจากนี้การเปรียบเทียบจะมีความถูกต้องสูงในกรณีการเปรียบเทียบกับรูปจากฐานข้อมูลที่เป็นรูปของตัวเองเท่านั้นดังรูปที่ 5.3 และรูปที่ 5.4 สาเหตุเนื่องจากท่าทางของตัวอักษรคนเดียวกันจะมีการเปลี่ยนแปลงตำแหน่งมือ และท่าทางมือน้อยมาก ทำให้จุดที่ชิฟต์บ่งบอกความเหมือนมีจำนวนมากดังรูปที่ 5.4



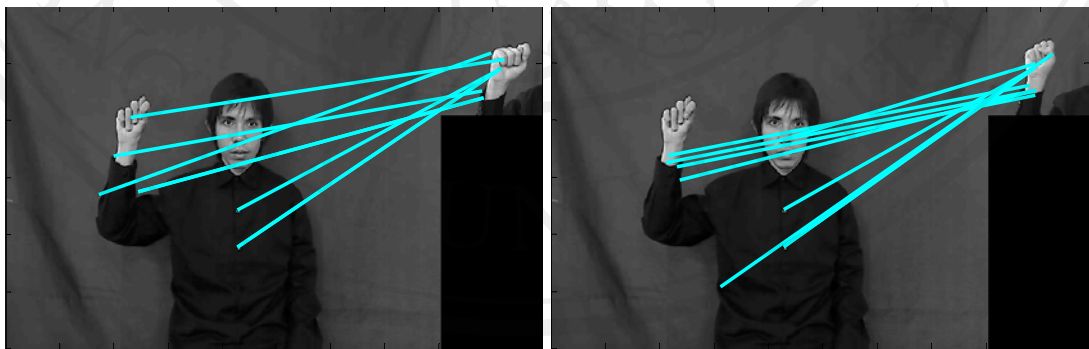
ต น ม ส อ

รูปที่ 5.1 ตัวอย่างท่ามือแสดงตัวอักษร ต น ม และ อ



ต น ม ส อ

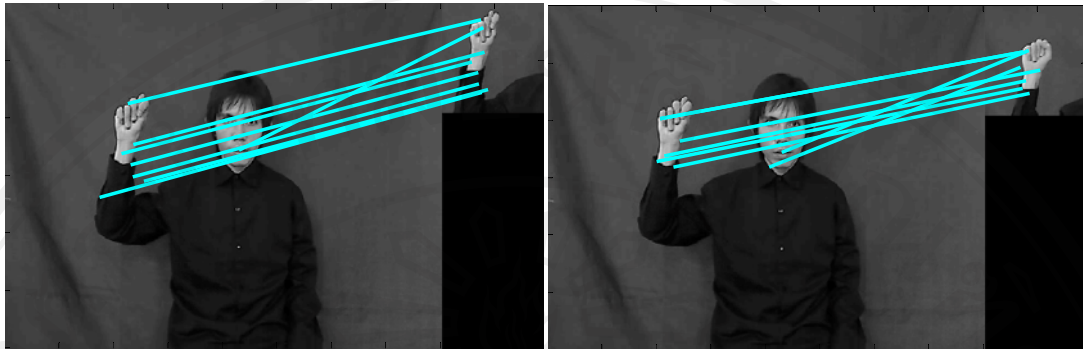
รูปที่ 5.2 ตัวอย่างคีย์พอยต์จากท่ามือของตัวอักษร ต น ม และ อ



ก)

ข)

รูปที่ 5.3 ตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวอักษร ต กับรูปจากฐานข้อมูลที่ไม่ใช่รูปของผู้ทำการทดลอง

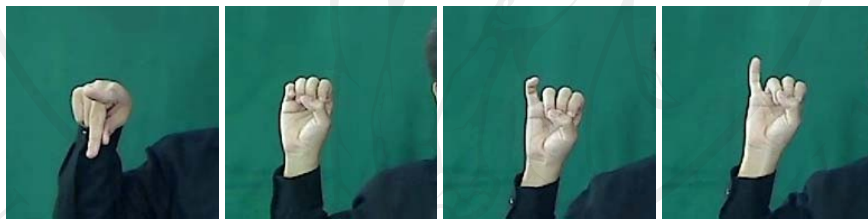


ก)

ข)

รูปที่ 5.4 ตัวอย่างการเปรียบเทียบกับรูปจากฐานข้อมูลที่เป็นรูปของผู้ทำการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าตัวอักษร พ มีความผิดพลาดไปเป็น ห เช่น ผลการทดลองที่ 5.1 ที่ระดับค่าขีดแบ่ง 0.65 ตัวอักษร พ มีความถูกต้องแค่เพียงร้อยละ 7 โดยมีความผิดพลาดเหมือนกับ ห ถึงร้อยละ 52 เนื่องจากตัวอักษร ห มีคีย์พอยต์ที่เกิดขึ้นจากการเปลี่ยนแปลงระหว่างสีผิวกับสีเสื้อจำนวนมาก และในรูปทดสอบมีคีย์พอยต์ที่เกิดจากการเปลี่ยนแปลงของสีเสื้อกับสีผิวเช่นกัน ทำให้ชีพต์บ่งบอกว่าเหมือนกันในบริเวณคีย์พอยต์ดังกล่าวดังรูปที่ 5.7



พ

อี

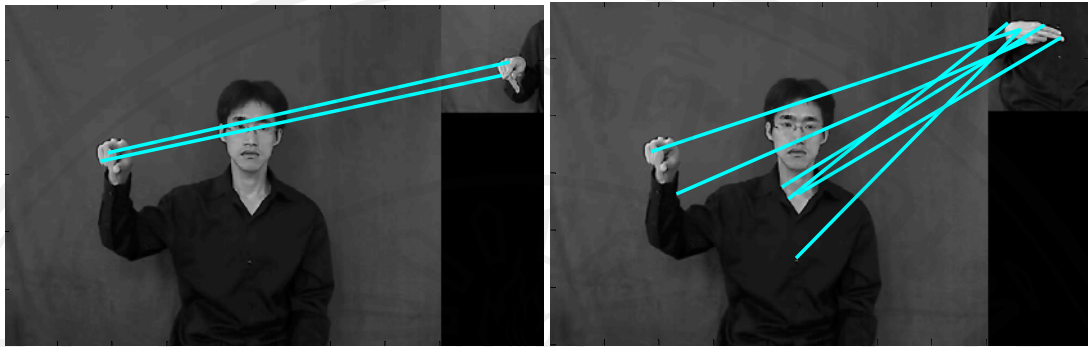
ไอ

โอ

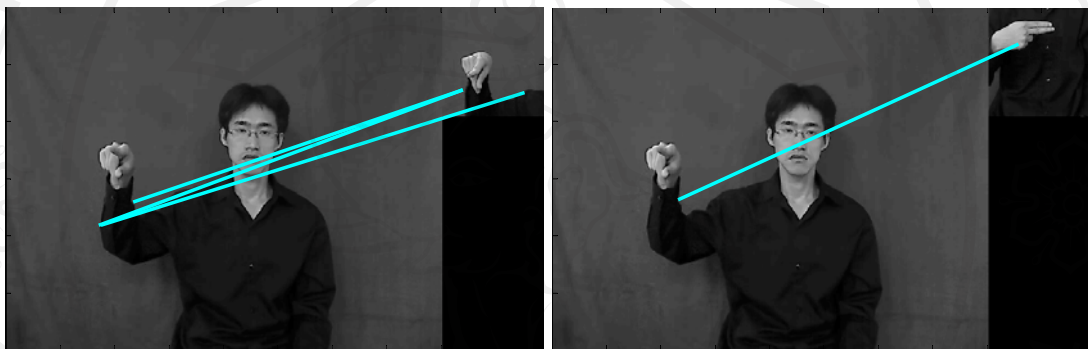
รูปที่ 5.5 ตัวอย่างท่ามือแสดงตัวอักษร พ อี ไอ และ โอ



รูปที่ 5.6 ตัวอย่างคีย์พอยต์จากท่ามือของตัวอักษร พ อี ไอ และ โอ



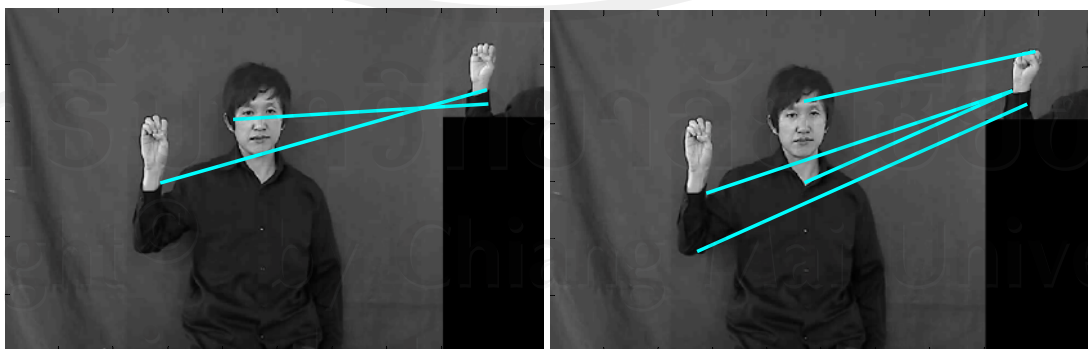
รูปที่ 5.7 ตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวอักษร พ กับรูปจากฐานข้อมูลที่ไม่ใช่รูปของผู้ทำการทดลอง



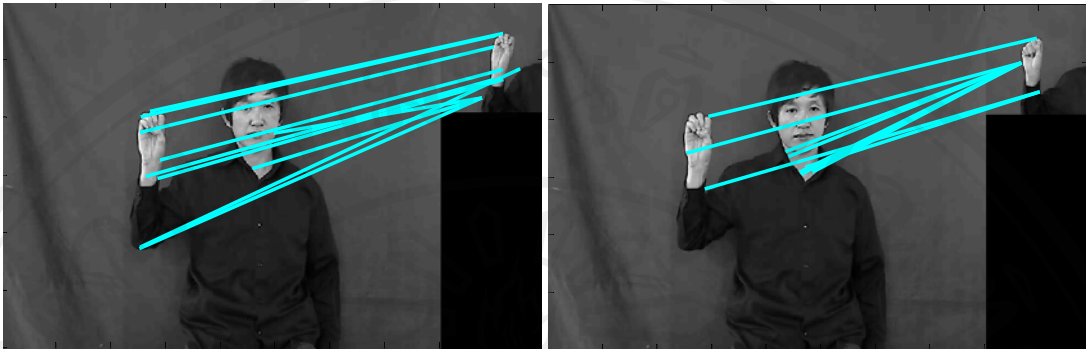
รูปที่ 5.8 ตัวอย่างการเปรียบเทียบตัวอักษร พ กับรูปจากฐานข้อมูลที่เป็นรูปของผู้ทำการทดลอง

จากผลการทดลองพบว่าสระอี มีความผิดพลาดไปเป็น ส และ ห เช่น ผลการทดลองที่ 5.1 ที่ระดับค่าขีดแบ่ง 0.65 สระอี มีความถูกต้องแค่เพียงร้อยละ 27 โดยมีความผิดพลาดเหมือนกับ ส และ ห คือร้อยละ 29 และ 25 ตามลำดับ โดยความผิดพลาดจาก สระอี เป็น ส เป็นความผิดพลาดเดียวกับตัวอักษร ต ไปเป็น ส และ การผิดพลาดไปเป็น ห เป็นความผิดพลาดลักษณะเดียวกับ พ ไปเป็น ห ดังรูปที่ 5.10 ด้านขวา และรูปที่ 5.9 ด้านขวา ตามลำดับ

จากรูปที่ 5.9 จะเห็นว่าจำนวนจุดที่ผิดพลาดเกิดขึ้นเยอะมากในกรณีของรูปจากฐานข้อมูลที่ไม่ใช่รูปของผู้ทำการทดลอง ทำให้เกิดความผิดพลาดในรูปนั้น แต่จากรูปที่ 5.10 จะเห็นว่าให้ผลที่ดีเมื่อเปรียบเทียบกับรูปจากฐานข้อมูลที่เป็นรูปของผู้ทำการทดลอง



รูปที่ 5.9 ตัวอย่างการเปรียบเทียบสระอี กับรูปจากฐานข้อมูลที่ไม่ใช่รูปของผู้ทำการทดลอง



รูปที่ 5.10 ตัวอย่างการเปรียบเทียบสระอิ กับรูปจากฐานข้อมูลที่เป็นรูปของผู้ทำการทดลอง

5.3.2. ผลการทดลองที่ 5.2

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบเท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีซิปด์ ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.5 สรุปผลการทดลองที่ 5.2 โดยเปรียบเทียบผลผู้ทดลอง 11 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง			
	ค่าระดับขีดแบ่ง					ค่าระดับขีดแบ่ง			
	0.65	0.7	0.75	0.8		0.65	0.7	0.75	0.8
1	50.53	52.63	48.95	49.47	7	45.79	48.95	47.37	39.47
2	44.21	41.05	40.53	37.37	8	60.53	60.00	57.37	48.42
3	56.32	56.32	52.63	42.63	9	41.05	36.84	35.26	32.11
4	31.58	33.68	30.00	30.00	10	40.53	42.11	41.05	33.68
5	35.26	32.11	32.63	31.58	11	20.00	21.05	20.53	20.53
6	46.32	42.11	35.79	32.63	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	42.92	42.44	40.19	36.17

ตารางที่ 5.6 สรุปผลการทดลองที่ 5.2 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง			
	ค่าระดับขีดแบ่ง					ค่าระดับขีดแบ่ง			
	0.65	0.7	0.75	0.8		0.65	0.7	0.75	0.8
ก	75.45	77.27	80.00	75.45	ล	81.82	80.91	80.91	77.27
ค	80.00	82.73	85.45	87.27	ว	88.18	89.09	90.00	90.91
ต	17.27	12.73	9.09	3.64	ส	38.18	37.27	30.91	22.73
น	6.36	6.36	4.55	0.00	ห	96.36	97.27	97.27	96.36
บ	68.18	77.27	75.45	76.36	อ	19.09	16.36	11.82	5.45
พ	0.91	0.00	0.00	0.00	อี	9.09	6.36	6.36	3.64
ฟ	62.73	60.91	60.00	60.00	โอ	31.82	35.45	34.55	32.73
ม	14.55	12.73	7.27	0.91	ไอ	12.73	9.09	5.45	2.73
ย	44.55	46.36	40.91	28.18	ไอ	30.00	26.36	19.09	10.91
ร	38.18	31.82	24.55	12.73	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	42.92	42.44	40.19	36.17

ตารางที่ 5.6 แสดงผลการทดลองที่ 5.2 แยก 19 ตัวอักษรโดยแต่ละตัวอักษรรวมผลของผู้ทำการทดลองทั้ง 11 คนจะเห็นว่าผลการทดลองที่ได้จะมีค่าน้อยกว่าผลการทดลองที่ 5.1 เนื่องจากผู้ทำการทดลองทั้ง 11 คนนี้ ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลรูปที่ใช้ในการเปรียบเทียบ และความผิดพลาดในตัวอักษร ต น ม อ สระอี และ พ เหมือนดังที่ได้กล่าวไว้ในผลการทดลองที่ 5.1

5.3.3. ผลการทดลองที่ 5.3

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 10 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเก็บรูปสำหรับฝึกสอน ทำการทดลองด้วยวิธีซีฟต์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ สัญลักษณ์(HCM) ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.7 สรุปผลการทดลองที่ 5.3 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
1	59.47	54.74	54.21	54.21	58.42	7	48.42	41.05	45.26	45.79	47.89
2	62.63	54.74	53.16	56.84	62.63	8	51.05	51.05	54.74	56.84	58.42
3	54.21	47.89	49.47	50.00	49.47	9	51.05	45.79	46.32	47.89	52.63
4	38.42	33.68	31.05	21.58	34.74	10	47.89	46.32	47.37	47.37	47.89
5	46.84	38.42	38.95	40.53	39.47	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	52.63	47.47	48.11	48.16	51.84
6	66.32	61.05	60.53	60.53	66.84						

ตารางที่ 5.8 สรุปผลการทดลองที่ 5.3 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ก	66	48	50	55	57	ล	26	27	26	23	34
ค	94	96	94	93	89	ว	67	65	68	64	69
ด	24	26	31	22	25	ศ	24	16	17	17	20
น	45	25	31	36	40	ห	100	100	100	100	100
บ	77	80	76	79	77	อ	30	32	35	30	36
พ	68	71	64	58	74	อี	17	16	18	22	15
ฟ	82	65	66	68	74	โอ	82	75	76	72	74
ม	55	50	46	44	46	ไอ	14	15	18	28	31
ย	57	41	43	51	50	ไอ	21	15	19	17	31
ร	51	39	36	36	43	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	52.63	47.47	48.11	48.16	51.84

ผลการทดลองที่ 5.3 พบว่าตัวอักษร พ มีความถูกต้องที่สูงขึ้นเนื่องจากจำนวนของจุดศูนย์กลางที่มีตัวแทนมาจากตัวอักษร พ มีมากที่สุด เช่น ที่จำนวนจุดศูนย์กลาง 16000 มีจำนวนจุดศูนย์กลางที่เป็น พ ถึง 1,090 จุดทำให้โอกาสในการเปรียบเทียบจะใกล้เคียงกับ พ สูงขึ้น ซึ่งเหตุผล

ที่ทำให้ จุดศูนย์กลางที่ได้มีส่วนประกอบมาจาก พ มากที่สุดนั้นเกิดจากคีย์พอยต์โดยรวมของ ตัวอักษร พ มีการเกาะกลุ่มเยอะที่สุด ซึ่งเป็นไปตามคุณสมบัติของ HCM และการที่ความถูกต้องของตัวอักษรอื่นลดลง เช่นตัวอักษร ก ข ร ล และ ว แต่ตัวอักษร ห มีความถูกต้องสูงถึงร้อยละ 100 ทำให้สรุปได้ว่า จุดศูนย์กลางที่ได้มาจากคีย์พอยต์ของการเปลี่ยนแปลงระหว่างเสื่อกับสี่ผิว เพราะ ตัวอักษร ห มีคีย์พอยต์ที่เป็นการเปลี่ยนแปลงระหว่างเสื่อกับสี่ผิว และในการเปรียบเทียบรูป ทดสอบจะมีคีย์พอยต์ของเสื่อ ใบหน้า เข้ามาถูกเปรียบเทียบกับจุดศูนย์กลางด้วย ซึ่งคีย์พอยต์จาก บริเวณมือของรูปทดสอบมีน้อยกว่าคีย์พอยต์ที่ไม่ใช่บริเวณมือ และเนื่องจากวิธีการเปรียบเทียบ ด้วยการประยุกต์ใช้ชีพจร่วมกับวิธีการจัดกลุ่มนั้น จะไม่มีค่าระดับจัดแบ่งเหมือนวิธีชีพจร ทำให้จุดที่ได้จากการเปรียบเทียบของรูปทดสอบ โดยมากเป็นจุดที่ไม่ใช่บริเวณมือ

5.3.4. ผลการทดลองที่ 5.4

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบ เท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีชีพจร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ ลัคนักษณ(HCM) ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชันเมตริกช้อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.9 สรุปผลการทดลองที่ 5.4 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
1	34.21	34.74	26.84	30	34.74	7	19.47	17.89	18.95	16.84	22.11
2	36.32	36.32	42.63	37.89	34.74	8	20.00	21.05	12.63	11.58	12.63
3	31.58	32.11	21.05	35.26	36.84	9	21.05	19.47	16.84	19.47	14.21
4	19.47	20.53	18.95	18.42	21.05	10	22.11	17.89	15.26	15.26	22.11
5	15.26	11.58	15.26	13.68	14.21	11	11.58	11.58	10.53	13.16	11.58
6	36.84	29.47	32.11	26.32	29.47	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	24.35	22.97	21	21.63	23.06

ตารางที่ 5.10 สรุปผลการทดลองที่ 5.4 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ก	38.18	32.73	18.18	19.09	27.27	ล	6.36	6.36	1.82	5.45	8.18
ค	63.64	69.09	75.45	69.09	57.27	ว	25.45	21.82	22.73	20	34.55
ด	5.45	4.55	9.09	8.18	4.55	ส	0.91	1.82	0.00	1.82	0.00
น	2.73	0.91	5.45	1.82	0.91	ห	98.18	96.36	97.27	99.09	98.18
บ	48.18	42.73	40	41.82	44.55	อ	7.27	6.36	5.45	5.45	11.82
พ	49.09	56.36	40	50.91	61.82	ี	4.55	6.36	1.82	0.91	2.73
ฟ	32.73	15.45	18.18	18.18	13.64	โอ	41.82	42.73	46.36	42.73	38.18
ม	9.09	7.27	2.73	4.55	7.27	ไอ	8.18	7.27	6.36	5.45	4.55
ย	5.45	6.36	4.55	9.09	10.91	ไอ	1.82	0.00	0.00	0.00	0.91
ร	13.64	11.82	3.64	7.27	10.91	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	24.35	22.97	21	21.63	23.06

ผลการทดลองที่ 5.4 ให้ผลความถูกต้องคล้ายกับผลการทดลองที่ 5.3 แต่ให้ความถูกต้องที่ต่ำกว่าเนื่องจากใช้จุดศูนย์กลางเดียวกันแตกต่างกันที่รูปทดสอบ โดยผลการทดลองที่ 5.4 เกิดจากกลุ่มผู้ทำการทดลองที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ

5.3.5. ผลการทดลองที่ 5.5

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 10 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเก็บรูปสำหรับฝึกสอน ทำการทดลองด้วยวิธีฟัซซี่ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ สัญลัษณ์ (FCM) ใช้ค่าความเป็นฟัซซี่ (fuzzifier) เท่ากับ 1.1 ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกอยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.11 สรุปผลการทดลองที่ 5.5 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
1	56.84	55.79	58.95	56.84	58.95	7	42.11	40.00	47.37	50	46.32
2	60.00	58.95	59.47	65.26	56.32	8	51.58	52.11	54.21	54.21	54.74
3	51.05	55.79	57.89	51.05	52.11	9	50.53	47.37	56.84	51.05	48.42
4	33.16	28.42	27.89	23.16	24.74	10	45.79	51.05	47.89	48.42	52.11
5	44.74	52.63	48.42	40.53	48.95	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	50.37	50.63	52.63	51.05	51.42
6	67.89	64.21	67.37	70.00	71.58						

ตารางที่ 5.12 สรุปผลการทดลองที่ 5.5 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ก	60.00	52.00	59.00	55.00	53.00	ล	36.00	26.00	33.00	27.00	29.00
ค	96.00	96.00	94.00	91.00	95.00	ว	72.00	69.00	68.00	68.00	66.00
ด	25.00	24.00	32.00	22.00	24.00	ศ	16.00	14.00	15.00	20.00	19.00
น	34.00	31.00	32.00	26.00	33.00	ห	100.00	100.00	99.00	99.00	100.00
บ	75.00	77.00	78.00	81.00	75.00	อ	34.00	34.00	42.00	35.00	41.00
พ	65.00	63.00	79.00	75.00	76.00	ี	18.00	21.00	25.00	20.00	14.00
ฟ	74.00	70.00	73.00	77.00	67.00	โอ	78.00	76.00	75.00	78.00	81.00
ม	45.00	56.00	52.00	53.00	52.00	ไ	22.00	25.00	24.00	25.00	25.00
ย	50.00	53.00	54.00	53.00	57.00	เ	20.00	23.00	22.00	21.00	28.00
ร	37.00	52.00	44.00	44.00	42.00	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	50.37	50.63	52.63	51.05	51.42

ผลการทดลองที่ 5.5 ให้ผลความถูกต้องคล้ายกับผลการทดลองที่ 5.3 เนื่องจากจุดศูนย์กลางที่ได้จากวิธี HCM กับ FCM ที่ค่าความเป็นฟัซซี่เท่ากับ 1.1 มีค่าไม่แตกต่างกัน

5.3.6. ผลการทดลองที่ 5.6

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบเท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีฟัซซี่ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบรวมทุกๆ สัญลักษณ์ (FCM) ใช้ค่าความเป็นฟัซซี่ (fuzzifier) เท่ากับ 1.1 ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.13 สรุปผลการทดลองที่ 5.6 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
1	28.42	33.16	30.00	33.16	30.53	7	21.05	19.47	20.00	24.21	21.05
2	35.79	34.21	32.63	36.32	32.11	8	11.58	15.79	15.79	15.26	13.16
3	30.53	27.37	31.58	34.74	33.68	9	18.95	18.42	14.74	19.47	16.84
4	21.05	21.58	19.47	24.74	19.47	10	20.53	18.95	22.11	25.26	21.05
5	15.79	15.26	13.16	15.79	12.11	11	13.16	11.58	12.11	11.58	10.00
6	31.58	32.11	34.21	36.32	34.21	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	22.58	22.54	22.34	25.17	22.20

ตารางที่ 5.14 สรุปผลการทดลองที่ 5.6 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ก	30.00	24.55	28.18	30.00	28.18	ล	11.82	8.18	3.64	5.45	1.82
ค	65.45	64.55	63.64	70.00	69.09	ว	26.36	25.45	24.55	29.09	24.55
ต	1.82	2.73	7.27	14.55	4.55	ส	0.91	0.00	0.00	0.91	0.00
น	2.73	0.91	2.73	0.00	2.73	ห	99.09	98.18	99.09	98.18	97.27
บ	44.55	50.00	40.00	53.64	41.82	อ	3.64	4.55	5.45	7.27	1.82
พ	50.00	48.18	55.45	60.91	61.82	อี	1.82	3.64	0.91	0.91	2.73
ฟ	14.55	23.64	16.36	17.27	13.64	โอ	48.18	47.27	49.09	52.73	37.27
ม	7.27	3.64	6.36	11.82	9.09	ไอ	6.36	5.45	6.36	9.09	5.45
ย	2.73	8.18	4.55	5.45	10.00	ไอ	0.00	1.82	1.82	0.91	0.00
ร	11.82	7.27	9.09	10.00	10.00	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	22.58	22.54	22.34	25.17	22.20

ผลการทดลองที่ 5.6 ให้ผลความถูกต้องคล้ายกับผลการทดลองที่ 5.5 แต่ให้ความถูกต้องที่ต่ำกว่าเนื่องจากใช้จุดศูนย์กลางเดียวกันแตกต่างกันที่รูปทดสอบ โดยผลการทดลองที่ 5.6 เกิดจากกลุ่มผู้ทำการทดลองที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ

5.3.7. ผลการทดลองที่ 5.7

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 10 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเก็บรูปสำหรับฝึกสอน ทำการทดลองด้วยวิธีซีพีวีร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์ (HCM) ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชันเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก ตารางที่ 5.15 สรุปผลการทดลองที่ 5.7 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
1	62.11	64.21	62.63	60.00	61.05	7	66.32	66.32	62.11	64.21	66.32
2	75.79	66.32	74.74	73.16	76.32	8	63.16	60.00	62.63	60.00	63.16
3	57.37	60.53	61.58	63.16	67.89	9	55.79	59.47	55.79	52.63	46.84
4	45.79	55.79	49.47	34.74	32.63	10	56.84	60.53	54.74	57.37	60.53
5	57.37	62.11	53.68	58.95	55.79	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	61.47	63.63	60.95	59.95	60.63
6	74.21	81.05	72.11	75.26	75.79						

ตารางที่ 5.16 สรุปผลการทดลองที่ 5.7 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ก	80	75	79	71	71	ล	60	57	51	56	56
ด	96	99	98	100	100	ว	84	88	90	92	87
ต	48	48	49	36	33	ศ	35	47	39	33	41
น	36	46	38	47	38	ห	99	100	99	98	99
บ	84	90	85	84	79	อ	41	37	26	38	39
พ	60	58	64	57	65	อี	30	43	29	24	32
ฟ	83	79	87	84	83	โอ	72	79	79	83	78

ตารางที่ 5.16 (ต่อ)

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	16000	17000	18000	19000	20000		16000	17000	18000	19000	20000
ม	42	40	36	42	51	ไอ	45	48	38	43	44
ย	67	68	75	59	61	ไอ	42	45	34	37	36
ร	64	62	62	55	59	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	61.47	63.63	60.95	59.95	60.63

ผลการทดลองที่ 5.7 ให้ผลความถูกต้องที่ดีกว่าผลการทดลองที่ 5.3 ผลการทดลองที่ 5.7 เนื่องจากจำนวนจุดศูนย์กลางในแต่ละตัวอักษรเท่ากัน ทำให้โอกาสในการเปรียบเทียบของรูปทดสอบกับแต่ละกลุ่มตัวอักษรเท่ากัน แต่ผลที่ได้ให้ความถูกต้องน้อยกว่าผลการทดลองที่ 5.1 เนื่องจากรูปทดสอบมีจำนวนของคีย์พอยต์บริเวณที่ไม่ใช่มีมามากกว่าบริเวณมี ซึ่งเมื่อทำการนับจำนวนจุดเหมือนเทียบกับแต่ละตัวอักษรจะมีจำนวนของคีย์พอยต์ที่ไม่ใช่บริเวณมีรวมไปด้วย

5.3.8. ผลการทดลองที่ 5.8

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบเท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีซีพีต์ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์ (HCM) ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก ตารางที่ 5.17 สรุปผลการทดลองที่ 5.8 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
1	46.84	38.42	43.16	46.84	36.32	7	35.26	31.05	36.32	28.42	38.95
2	50.00	40.00	48.95	44.74	45.79	8	44.74	42.63	44.21	47.89	47.37
3	45.26	43.68	49.47	43.16	43.68	9	34.74	36.84	30.53	31.05	35.79
4	34.21	29.47	27.37	33.68	33.16	10	31.05	24.74	25.26	32.63	30.00
5	24.21	27.89	32.63	28.42	32.11	11	14.21	18.42	16.32	15.79	16.84
6	52.11	38.95	44.74	46.32	42.63	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	37.51	33.83	36.27	36.27	36.6

ตารางที่ 5.18 สรุปผลการทดลองที่ 5.8 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ก	56.36	50.00	58.18	50.00	54.55	ล	31.82	28.18	35.45	34.55	29.09
ค	87.27	90.91	89.09	90.91	90.91	ว	63.64	47.27	63.64	65.45	61.82
ต	16.36	10.91	20.91	11.82	11.82	ส	10.91	4.55	9.09	6.36	8.18
น	4.55	3.64	2.73	0.91	2.73	ห	96.36	94.55	95.45	98.18	93.64
บ	67.27	79.09	68.18	71.82	69.09	อ	20.00	15.45	13.64	20.91	20.91
พ	33.64	40.00	44.55	41.82	46.36	ี	12.73	8.18	6.36	10.91	11.82
ฟ	33.64	34.55	36.36	30.91	56.36	โอ	57.27	52.73	50.00	56.36	50.91
ม	14.55	5.45	5.45	12.73	10.00	ไอ	22.73	11.82	15.45	23.64	18.18
ย	22.73	20.00	26.36	20.00	15.45	ไอ	16.36	8.18	12.73	8.18	5.45
ร	44.55	37.27	35.45	33.64	38.18	ร้อยละ ความถูกต้องเฉลี่ย	37.51	33.83	36.27	36.27	36.60

ผลการทดลองที่ 5.8 ให้ผลความถูกต้องคล้ายกับผลการทดลองที่ 5.7 แต่ให้ผลความถูกต้องที่ต่ำกว่าเนื่องจากใช้จุดศูนย์กลางเดียวกันแตกต่างกันที่รูปทดสอบ โดยผลการทดลองที่ 5.8 เกิดจากกลุ่มผู้ทำการทดลองที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ

5.3.9. ผลการทดลองที่ 5.9

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 10 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่ทำการเก็บรูปสำหรับฝึกสอน ทำการทดลองด้วยวิธีฟัซซี่ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญญาณลักษณะ (FCM) ใช้ค่าความเป็นฟัซซี่ (fuzzifier) เท่ากับ 1.1 ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชันเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.19 สรุปผลการทดลองที่ 5.9 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
1	61.58	55.79	62.11	65.79	61.58	7	66.32	67.89	66.32	64.21	66.32
2	72.63	76.84	81.05	75.79	77.37	8	58.95	59.47	61.05	62.63	60.53
3	57.89	62.63	63.16	61.05	63.16	9	57.37	55.26	60.53	60.00	52.63
4	35.26	31.58	28.95	25.79	24.74	10	58.95	58.42	56.84	60.53	59.47
5	54.21	60.00	63.16	66.32	64.21	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	60.05	60.58	62.26	61.95	61.00
6	77.37	77.89	79.47	77.37	80.00						

ตารางที่ 5.20 สรุปผลการทดลองที่ 5.9 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ก	68	69	72	74	73	ล	50	53	53	59	57
ค	100	100	100	100	99	ว	83	88	86	89	85
ต	38	36	45	42	37	ส	40	36	36	36	38
น	43	46	43	46	48	ห	99	99	99	99	97
บ	86	82	85	83	82	อ	39	36	45	43	38
พ	61	59	64	60	56	อี	30	27	23	26	29
ฟ	72	79	77	78	74	โอ	75	76	77	74	75
ม	39	48	47	47	50	ไอ	47	44	55	45	54
ย	69	67	70	69	64	ไอ	37	43	43	45	40
ร	65	63	63	62	63	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	60.05	60.58	62.26	61.95	61.00

ผลการทดลองที่ 5.9 ให้ผลความถูกต้องที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 5.7 ผลการทดลองที่ 5.7 เนื่องจากจำนวนจุดศูนย์กลางที่ได้จากวิธี HCM และ FCM ที่ค่าความเป็นพหุซ้ำเท่ากับ 1.1 มีค่าใกล้เคียงกัน

5.3.10. ผลการทดลองที่ 5.10

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบเท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีฟัซซี่ร่วมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์ (FCM) ใช้ค่าความเป็นฟัซซี่ (fuzzifier) เท่ากับ 1.1 ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชันเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.21 สรุปผลการทดลองที่ 5.10 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 11 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
1	38.95	37.37	40.53	40.00	40.53	7	32.63	32.63	34.21	36.32	37.89
2	45.79	47.89	47.37	45.79	50.00	8	44.74	43.16	47.37	50.53	51.05
3	43.16	41.05	35.26	46.84	44.21	9	32.63	37.89	35.79	34.74	34.74
4	34.21	27.89	35.26	33.68	35.79	10	26.84	21.58	24.21	28.42	25.26
5	24.21	27.37	28.42	31.58	30.53	11	15.26	10.53	12.11	14.74	12.11
6	38.95	37.37	40.53	40.00	40.53	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	34.98	33.49	34.83	36.51	36.56

ตารางที่ 5.22 สรุปผลการทดลองที่ 5.10 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ก	58.18	60.91	55.45	64.55	52.73	ล	27.27	29.09	30	32.73	31.82
ค	89.09	94.55	93.64	91.82	90.91	ว	60.00	64.55	53.64	68.18	70.91
ด	10.00	8.18	15.45	15.45	14.55	ศ	9.09	0.91	6.36	11.82	4.55
น	0.91	1.82	2.73	3.64	1.82	ห	94.55	90.91	91.82	94.55	92.73
บ	69.09	68.18	76.36	69.09	75.45	อ	7.27	7.27	16.36	10.00	11.82
พ	42.73	40.91	28.18	45.45	37.27	อี	7.27	8.18	11.82	8.18	16.36
ฟ	31.82	28.18	33.64	30.91	30.91	โอ	50.91	50.91	53.64	57.27	49.09
ม	10.91	8.18	2.73	7.27	7.27	ไอ	21.82	20.91	21.82	14.55	21.82

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ย	26.36	13.64	14.55	24.55	27.27	ไอ	10.00	9.09	13.64	9.09	11.82
ร	37.27	30.00	40.00	34.55	45.45	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	34.98	33.49	34.83	36.51	36.56

5.3.11. ผลการทดลองที่ 5.11

ตารางที่ 5.23 สรุปผลการทดลองที่ 5.11 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 10 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
1	63.68	64.21	60.53	61.05	60.53	7	63.68	63.68	66.84	65.79	71.05
2	74.74	74.21	76.84	75.26	73.16	8	58.95	60.00	60.53	61.05	60.53
3	63.16	63.68	63.68	66.84	62.11	9	54.74	55.79	59.47	57.89	56.84
4	43.68	43.68	46.32	41.05	31.05	10	60.00	64.21	62.11	65.26	64.74
5	56.84	57.89	64.74	65.79	66.32	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	61.53	62.63	64.16	64	62.89
6	75.79	78.95	80.53	80.00	82.63						

ตารางที่ 5.24 สรุปผลการทดลองที่ 5.11 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ก	79	79	83	75	76	ล	54	58	58	59	58
ด	100	98	100	100	100	ว	82	85	87	92	88
ต	46	41	53	48	43	ศ	33	36	38	33	39
น	46	47	42	46	48	ห	99	100	100	99	100
บ	86	85	83	87	82	อ	36	43	41	41	33
พ	67	71	69	68	69	อี	21	19	24	30	27
ฟ	86	88	83	74	83	โอ	78	80	80	77	77
ม	55	47	58	53	43	ไอ	41	42	40	46	47
ย	69	71	73	72	70	ไอ	32	37	40	44	41
ร	59	63	67	72	71	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	61.53	62.63	64.16	64	62.89

ผลการทดลองที่ 5.11 ให้ผลความถูกต้องที่ใกล้เคียงกับผลการทดลองที่ 5.7 ผลการทดลองที่ 5.7 เนื่องจากจำนวนจุดศูนย์กลางที่ได้จากวิธี HCM และ FCM ที่ค่าความเป็นฟัซซี่เท่ากับ 1.2 มีค่าใกล้เคียงกัน

5.3.12. ผลการทดลองที่ 5.12

การทดลองนี้รวมผลการทดลองของผู้ทำการทดลอง 11 คนซึ่งเป็นกลุ่มที่เก็บไว้ทดสอบเท่านั้น ทำการทดลองด้วยวิธีฟัซซี่พร้อมกับการจัดกลุ่มแบบแยกสัญลักษณ์ (FCM) ใช้ค่าความเป็นฟัซซี่ (fuzzifier) เท่ากับ 1.2 ในที่นี้ผลที่นำมาแสดงเป็นสรุปผลการทดลอง โดยผลการทดลองแบบคอนฟิวชั่นเมตริกซ์อยู่ในภาคผนวก ก

ตารางที่ 5.25 สรุปผลการทดลองที่ 5.12 โดยเปรียบเทียบผลจากผู้ทดลอง 11 คน

ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง					ผู้ทดลองที่	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูลแต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
1	40.00	42.63	42.63	50.00	41.05	7	34.74	34.21	38.95	34.21	37.89
2	45.26	50.00	48.95	50.53	52.11	8	41.05	51.05	52.63	53.16	49.47
3	41.58	42.11	43.68	45.26	39.47	9	43.16	38.42	39.47	34.74	39.47
4	30.00	29.47	28.95	33.16	28.95	10	27.89	21.58	26.32	24.74	22.63
5	26.84	26.32	34.74	32.63	30.53	11	16.32	14.74	18.95	15.79	15.26
6	35.79	40.53	42.11	39.47	37.37	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	34.78	35.55	37.94	37.61	35.84

ตารางที่ 5.26 สรุปผลการทดลองที่ 5.12 โดยเปรียบเทียบผลการทดลอง 19 ตัวอักษร

ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง					ตัวอักษร ที่ใช้ในการทดสอบ	ร้อยละความถูกต้อง				
	จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์						จำนวนจุดศูนย์กลางข้อมูล แต่ละสัญลักษณ์				
	600	700	800	900	1000		600	700	800	900	1000
ก	59.09	55.45	60	60.91	54.55	ล	25.45	30	31.82	36.36	34.55
ค	87.27	90.91	86.36	89.09	92.73	ว	59.09	60	67.27	68.18	70.91
ด	11.82	14.55	16.36	11.82	12.73	ศ	5.45	5.45	4.55	8.18	5.45
น	0.91	5.45	5.45	1.82	3.64	ห	97.27	91.82	97.27	94.55	96.36
บ	74.55	70.91	75.45	71.82	70	อ	8.18	8.18	13.64	10	12.73
พ	35.45	49.09	52.73	50.91	36.36	อี	10	9.09	9.09	10.91	12.73
ฟ	40.91	35.45	40.91	36.36	28.18	โอ	56.36	56.36	68.18	58.18	53.64
ม	7.27	5.45	6.36	4.55	6.36	ไอ	19.09	23.64	17.27	25.45	20.91
ย	24.55	19.09	25.45	23.64	15.45	ไอ	8.18	12.73	15.45	13.64	7.27
ร	30	31.82	27.27	38.18	46.36	ร้อยละความถูกต้องเฉลี่ย	34.78	35.55	37.94	37.61	35.84

ผลการทดลองที่ 5.12 ให้ผลความถูกต้องคล้ายกับผลการทดลองที่ 5.11 แต่ให้ผลความถูกต้องที่ต่ำกว่าเนื่องจากใช้จุดศูนย์กลางเดียวกันแตกต่างกันที่รูปทดสอบ โดยผลการทดลองที่ 5.12 เกิดจากกลุ่มผู้ทำการทดลองที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูลการเปรียบเทียบ

ตารางที่ 5.27 เปรียบเทียบผลการทดลองที่ดีที่สุดในแต่ละผลการทดลอง โดยมาจากผู้ทำการทดลอง 10 คน ซึ่งเป็นกลุ่มเดียวกับที่อยู่ในฐานข้อมูล

ผลการทดลองที่	ผลการทดลองที่ 5.1	ผลการทดลองที่ 5.3	ผลการทดลองที่ 5.5	ผลการทดลองที่ 5.7	ผลการทดลองที่ 5.9	ผลการทดลองที่ 5.11
ความถูกต้องร้อยละ	61.74	52.63	52.63	63.63	62.26	64.16
เวลาที่ใช้คำนวณ	100	17.15	19.30	14.26	16.30	16.30

ตารางที่ 5.28 เปรียบเทียบผลการทดลองที่ดีที่สุดในแต่ละผลการทดลอง โดยมาจากผู้ทำการทดลอง 11 คน ซึ่งเป็นกลุ่มที่ไม่ได้อยู่ในฐานข้อมูล

ผลการทดลองที่	ผลการทดลองที่ 5.2	ผลการทดลองที่ 5.4	ผลการทดลองที่ 5.6	ผลการทดลองที่ 5.8	ผลการทดลองที่ 5.10	ผลการทดลองที่ 5.12
ความถูกต้องร้อยละ	42.92	24.35	25.17	37.51	36.56	37.94
เวลาที่ใช้คำนวณร้อยละ	100	17.15	19.30	12.22	20.37	16.30

จากตารางที่ 5.27 จะเห็นว่าผลการทดลองที่ 5.11 ซึ่งใช้วิธีการ FCM โดยจัดกลุ่มแบบแยกตัวอักษร ใช้ fuzzifier เท่ากับ 1.2 ให้ผลความถูกต้องที่สูงที่สุดนอกจากนี้ยังใช้เวลาในการคำนวณร้อยละ 16.30 ของวิธีชิฟต์ โดยกำหนดให้เวลาของการคำนวณด้วยวิธีชิฟต์เป็นร้อยละ 100 และตารางที่ 5.28 ผลการทดลองที่ 5.2 ให้ผลที่ดีที่สุด โดยใช้วิธีชิฟต์ ซึ่งผลการทดลองที่ 5.12 ถือว่าให้ผลความถูกต้องที่ใกล้เคียง แต่ใช้เวลาในการคำนวณน้อยกว่าคือร้อยละ 16.30 ของการวิธีชิฟต์